

HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 96. ÉVF. 4. SZÁM • 2016
HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY • VOL 96. NO 4. • 2016





Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja

Megjelenik háromhavonként

F szerkesztő:

Fehér János

Szakszerkesztők:

Ács Éva

Konecsny Károly

Nagy László

Szerkesztő bizottság elnöke:

Szöllősi Nagy András

Szerkesztő bizottság tagjai:

Ács Éva, Baranyai Gábor, Bezdán Mária, Bíró Péter, Bíró Tibor, Bogárdi János, Csörnyei Géza, Engi Zsuzsanna, Fehér János, Fejér László, Fekete Balázs, Gampel Tamás, Gayer József, Hajnal Géza, Ijjas István, Istvánovics Vera, Józsa János, Kling Zoltán, Konecsny Károly, Kovács Sándor, Major Veronika, Melicz Zoltán, Nagy László, Nováky Béla, Rákosi Judit, Román Pál, Szabó János Adolf, Szilágyi Ferenc, Szilágyi József, Szilávik Lajos, Szolgay János, Szűcs Péter, Tamás János, Vágás István, Vekerdy Zoltán

Kiadó:

Magyar Hidrológiai Társaság

1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.

Tel: +36-(1)-201-7655

Fax: +36-(1)-202-7244

Email: titkarsag@hidrologia.hu

Honlap: www.hidrologia.hu

A Kiadó képviselője: Szilávik Lajos, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Hirdetés:

Gampel Tamás, a Magyar Hidrológiai Társaság főtájtára

1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.

Telefon: (1)-201-7655 Fax: (1)-202-7244

Email: fotitkar@hidrologia.hu

Indexed in:

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr.

Fluidex; Geotechn. Abstr.; Meteor /

Geostrophys. Abstr. Sci.; Water Res.

Abstr.

Index: 25374

HU ISSN 0018-1323

Tartalomjegyzék

EL SZÓ	3
TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP - Fejér László: Az árvízi elrejelzés Magyarországon	4
SZAKMAI CIKKEK	
Kovács Sándor, Lovas Attila, Gobás Károly: Magyarország árvízvédelme az integrált vízgazdálkodásban a Tisza folyó példáján	6
Szigyártó Zoltán: Alapadatok az árvízi szükségtározók hidrológiai méretezéséhez és méreteik ellenőrzéséhez	20
Szigyártó Zoltán: Tapasztalatok és javaslatok az árvízi szüségátározók tervezésével és vízszinttartó üzemének a bevezetésével kapcsolatban	26
Nagy István, Rákosi Judit: Felszíni vízminőség-védelmi szabályozás kihívási és megújítása	30
Nagy István, Tombácz Endre, László T, Magyar E, Mészáros Szilvia, Puskás Erika, Scheer Márta: Vízvisszatartási mintaprojektek a Homokhátságon: „Nyugati és Keleti” mintaterületek	42
Román Pál, Oláh József: Az aerob iszapstabilizációs eljárások értékelése	61
NEKROLÓG	
Dr. Stelczer Károly – Bakonyi Péter megemlékezése	70
Dr. Felföldy Lajos – Kiss Keve Tihamér megemlékezése	72
TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP - Fejér László: Korizmics László a réti öntözés és okszeres talajművelés úttörője	74
TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP - Fejér László: Talajvízszint megfigyelés másfél évszázaddal ezelőtt	75

Címlapfotó:

Látkép a 2010 júniusi tiszai árvízről Tiszaroffnál.

Fényképezte Ragcsal Roland.



Hungarian Journal of Hydrology

Journal of the Hungarian Hydrological Society
Published quarterly

Editor-in-Chief:

János FEHÉR

Assistant Editors:

Éva ÁCS

Károly KONECSNY

László NAGY

Editorial Board Chairman:

András SZÖLL SI-NAGY

Editorial Board Members:

Éva ÁCS, Gábor BARANYAI, Mária BEZDÁN,
Péter BÍRÓ, Tibor BÍRÓ, János BOGÁRDI, Géza
CSÖRNYEI, Zsuzsanna ENGI, János FEHÉR,
László FEJÉR, Balázs FEKETE, Tamás GAMPEL,
József GAYER, Géza HAJNAL, István IJAS, Vera
ISTVÁNOVICS, János JÓZSA, Zoltán KLING,
Károly KONECSNY, Sándor KOVÁCS, Veronika
MAJOR, Zoltán MELICZ, László NAGY, Béla
NOVÁKY, Judit RÁKOSI, Pál ROMÁN, János
Adolf SZABÓ, Ferenc SZILÁGYI, József
SZILÁGYI, Lajos SZLÁVIK, János SZOLGAY,
Péter SZCS, János TAMÁS, István VÁGÁS,
Zoltán VEKERDY

Publisher:

Hungarian Hydrological Society

H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary

Tel: +36-(1)-201-7655; Fax: +36-(1)-202-7244;

Email: titkarsag@hidrologia.hu ;

Web: www.hidrologia.hu

Represented by: Lajos SZLÁVIK, President
of the Hungarian Hydrological Society

Email: titkarsag@hidrologia.hu

Advertising:

Tamás GAMPEL, Secretary General of the

Hungarian Hydrological Society

H-1091. Budapest, Üllői út 25., Hungary

Phone: +36-1-201-7655. Fax: +36-(1)-202-7244

Email: fotitkar@hidrologia.hu

Indexed in:

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr.

Fluidex; Geotechn. Abstr.; Meteor /

Geostrophys. Abstr. Sei.; Water Res.

Abstr.

Index: 25374

HU ISSN 0018-1323

Contents

FOREWORD	3
HISTORICAL SNAPSHOT - László FEJÉR: Flood forecasting in Hungary	4
Sándor KOVÁCS, Attila LOVAS, Károly GOMBÁS: Flood protection of Hungary in the integrated water management in the Tisza River Valley as an example	6
Zoltán SZIGYÁRÓ: Basic data for hydrological sizing and verifying flood emergency reservoirs	20
Zoltán SZIGYÁRTÓ: Experiences in connection with the design and water level keeping works of flood emergency reservoirs	26
István NAGY, Judit RÁKOSI: Challenges and renewal of the surface water quality protection regulations	30
István NAGY, Endre TOMBÁCS, Tibor LÁSZLÓ, Emke MAGYAR, Szilvia MÉSZÁROS, Erika PUSKÁS, Márta SCHEER: Surface water detention pilot projects in the Danube-Tisza sand plateau region of Hungary: „Western and Eastern” sample areas	42
Pál ROMÁN, József OLÁH: Evaluation of aerobic digestion methods	61
OBITUARY	
Dr. Károly STELCZER by Péter BAKONYI	70
Dr. Lajos FELFÖLDY by Keve Tihamér KISS	72
HISTORICAL SNAPSHOT - László FEJÉR: László Korizmics pioneer of meadow irrigation and rational cultivation	74
HISTORICAL SNAPSHOT - László FEJÉR: Groundwater level monitoring one and a half centuries ago	75

Cover page photo:

Panorama photo of June 2010 flood on the Tisza River at Tiszaroff, Hungary.

Photo by Roland Ragcsal.

El szó



A *Hidrológiai Közlöny* 96. évfolyamának 4. száma a Magyar Hidrológiai Társaság centenáriumi évfordulóját felvezet 2016. évben megjelen lapszámok befejezés száma. A lapszám vezető témája az árvízvédelem, melyhez kapcsolódóan több cikket is közlünk.

Történelmi pillanatkép rovatunkban *Fejér László* tollából felvillantjuk, hogy a történelmi Magyarországon közvetlenül a kiegyezést követően indultak meg a munkálatok a rendszeres észlelésen alapuló árvízi elrejelzés rendszer kialakítására, míg nem 1890 tavaszán a vízrajzi szolgálat, a Péch József által kidolgozott módszerrel, már megkezdte a várható vízállások elrejelzését is.

Lapszámunk vezető szakcikkében *Kovács Sándor és munkatársai* áttekint tanulmányt közölnek az integrált vízgazdálkodási követelményekhez igazodó magyarországi árvízvédekezés helyzetéről, ezen belül is hangsúlyosan a Tisza folyó magyarországi vízgyűjtőjéről. A tanulmány kiegészítje a *Budapesti Víz Világtalálkozó 2016* alkalmából készített, teljesen angol nyelven megjelent 3. lapszámunkban közölt cikk-sorozatnak, amelyben a Víz Világtalálkozó hat fő témájához illeszkedően tekintettük át az integrált vízgazdálkodás, a vízellátás, a csatornázás és szennyvízkezelés, az öntözés, a vízminőségvédelem és a vízi ökoszisztémák kezelésének magyarországi helyzetét, felvázolva ezen szakterületek fejlődési trendjét, jelenlegi helyzetét, kitekintést adva a lehetséges, kívánatos jövőbeli fejlődési irányokra, figyelemmel a fenntarthatósági követelményekre. Kovács és munkatársai tanulmánya ebbe a sorba illeszkedik, mert bár terveztük, sajnálatosan technikai okok miatt cikkünk nem került bele az angol nyelvű lapszámba, melyet a Budapesti Víz Világtalálkozó 2016 résztvevői kézhez kaptak.

A magyar hidrológiai kutatás kiemelkedő képviselőjének, *Dr. Szigyártó Zoltán* tollából két szakcikket is közlünk, melyek szintén az árvízvédelem szakterületéhez kapcsolódnak. A szerző, akit ez évi első lapszámunkban köszöntöttünk 90. születésnapja alkalmából, jelenleg is aktívan részt vállal a Tisza folyó hidrológiai jellemzőinek meghatározásában. Első cikkében bemutatja, hogy a Tisza mentén az árvízi szükségeltározók hidrológiai méretezéséhez és méreteik ellenőrzéséhez milyen alapadatokat (éves legnagyobb jégmentes vízállásokat) lehet felhasználni, és az ezen alapadatok felhasználásával végzett vizsgálatai milyen eredményekre vezettek. Szigyártó Zoltán második cikkében - felhasználva sok évtizedes kutatói munkásságának tapasztalatait - javaslatot tesz az árvízi szükségeltározók vízszinttartó üzemi rendjére, valamint felveti, hogy a már megépített árvízi szükségeltározóknál a vízkivétel vízszállító-képességének esetleges megnövelésével kapcsolatos gazdaságossági számításokat mihamarabb végezzék el. Javaslatait figyelembe ajánljuk

mindazoknak, akik akár a tervező, akár az üzemeltető, vagy a döntéshozói szakterületen dolgoznak.

Nagy István és Rákosi Judit cikkükben szabályozási javaslatokat fogalmaznak meg, amelyek átfogják Víz Keretirányelv követelményeinek megfelelően a felszíni vizek vízminőségi határértékeinek aktualizálását, és a kibocsátási határérték-rendszer továbbfejlesztését. A javasolt szabályozási rendszer a víztestek fiziko-kémiai és kémiai állapotának javítását, a jó állapot elérését segíti elő, úgy, hogy az ne okozzon aránytalan költségterheket. Az új rendszer lényege, hogy a kibocsátási határértékek, azaz az egyedi és technológia határértékek megállapítása az adott víztest terhelhetőségének vizsgálatán alapul, figyelembe véve a környezeti célkitűzést.

Nagy István és szerzői társai a Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányának pótlására elindított vízvisszatartási mintaprojektet mutatnak be, amelyek segítségével azt vizsgálták, miként valósítható meg a vízhiány mérséklése, és a térségben meglévő vizes élőhelyek megőrzése.

Végül, de nem utolsósorban *Román Pál és Oláh József* szakcikkét közöljük, amelyben a szerzők áttekintést adnak a szennyvíziszap-stabilizációs eljárások mai alkalmazott módszereiről, hazánkban elérhető technológiákról, és az aerob iszapkezelés jövőbeli fejlesztési irányairól.

Szomorú kötelezettségünként emlékezünk meg az elmúlt hetekben elhunyt, a magyar vízgazdálkodás két kiemelkedő, emblemikus személyiségéről, akik a magyar vízgazdálkodás fejlődéséhez. A 94 éves korában elhunyt *Dr. Stelczer Károlyról*, a VITUKI-t nemzetközi hírűvé és világszerte elismertté tevő legendás igazgatójáról Bakonyi Péter emlékezik meg, aki egyik követője volt a VITUKI vezetői székében. Kiss Keve Tihamér, a Magyar Hidrológiai Társaság alelnöke emlékezik meg a 96 éves korában elhunyt *Dr. Felföldy Lajosról*, aki hosszú életútja és szakmai munkássága során kiemelkedő módon járult hozzá a hidrobiológiai szakmai ismeretek megalapozásához, a hidrobiológiai szakterület szervezeti megszervezéséhez és elindításához a vízgazdálkodási ágazatban, valamint alapvető kutatási tanulmányokat, oktatási anyagokat és szakkönyveket készített.

Két további *Történelmi pillanatkép* zárja a lapszámot, amelyekben bemutatjuk a régi öntözés és ökszer talajmunka és úttörőjét Korizmic Lászlót, valamint megemlékezünk a 150 éve Suess Ede professzor által elvégzett tudományos talajvízszint megfigyelések eredményeit bemutató publikáció.

Végezetül, az év vége közeledtével, a *Hidrológiai Közlöny* valamennyi olvasójának kívánok kellemes ünnepeket és sikerekben gazdag, boldog, békés új esztendőt!

Dr. Fehér János
a *Hidrológiai Közlöny* főszerkesztője

Történelmi pillanatkép

Fejér László, a Hidrológiai Közlöny rovatvezetője rövid történeti visszatekintése az árvízi elrejelzés szakmai és szervezeti kialakulásáról és fejlődésének egyes fontosabb fázisáról.

Az árvízi elrejelzés Magyarországon

Nemzetközi tudományos tekintetben az első eredmények Eugène Belgrand francia mérnök nevéhez fűződnek, aki úttörő munkát végzett a várható vízállások elrejelzésének terén. 1874-ben eljárást dolgozott ki arra, hogy a folyó felső szakaszán észlelt vízállásokból következtetni lehessen egy adott alsóbb helyen és időpontban a vízállás magasságára. Ugyancsak a francia mérnököktől származik, hogy 1854-től a Szajna völgyében egy olyan vízjelző hálózat épült ki, amely nem elégedett meg a felsőbb szakaszokon észlelt vízállások közlésével, hanem előre jelezte az alsóbb mércéken várható tényleges magasságát és időpontját (Lászlóffy 1982).

Amikor a magyar vízrajzi szolgálat 1886-ban a Földművelésügyi Minisztérium szervezetén belül megalakult, a szervezet programjában még nem szerepelt az árvízi elrejelzés kidolgozása, hiszen jelentékeny mértékben hiányoztak az árvízi adatsorok. Az 1888. évi tiszai árvíz hatására számos szakember sürgette az árvízvédelem korszerűsítését. Ennek keretében szó esett arról, hogy a sikeres védekezés technikai feltételei között a telefonhálózat kiépítése mellett a várható árvizek magasságának elrejelzése is szükséges. Igaz, az illetékes közmunka és közlekedési miniszter egy 1867. november 19-én kelt utasításában egy országos vízállástávírat hálózat (képünk az utasítás mellékletében szereplő térkép) létesítéséről döntött, de a rendszer – első sorban azért, mert az a folyók hajózhatóságához kötött üzleti vállalkozások céljait vette figyelembe – nem lehetett igazán hatékony. (Fejér 1997)

1890 tavaszán a vízrajzi szolgálat a Péch József által kidolgozott módszerrel megkezdte a várható vízállások elrejelzését. Kísérletképpen 9 tiszai főállomásra összesen 383 elrejelzést számítottak ki. A magyar szakemberek ezzel a Duna Kárpát-medencei vízgyűjtőjében először készítették tudományos alapon vízállás elrejelzéseket. Két évvel később az ország valamennyi jelentős folyójára kiterjedően megszervezték az országos vízjelző szolgálatot (OVSz), és erre támaszkodva kezdték el az árhullámok magasságának és várható időpontjának elrejelzését. Az észlelt naponta 112 táviratot küldtek szét, ez a szám árvíz idején 401-re emelkedett. Az adatok összesítése után a vízrajzi szolgálat 33 helyre küldte meg a várható vízállások értékeit.

Az adatgyűjtés koncentrálása érdekében 1893. február 19-én I. Ferenc József jóváhagyta, hogy a meteorológiai szolgálat a kultusztárcától átkerüljön a Földművelésügyi Minisztérium felügyelete alá. A lépést a mezőgazdaság elsőrendű igényein kívül az is indokolta, hogy az addig elvégzett hazai folyószabályozási munkák esetenként szükséges korrekciójához, valamint az újabb vízmunkák tervezéséhez megbízható csapadék-, ill. időjárás-elrejelzési adatok álljanak az állami vízügyi szolgálat rendelkezésére.

A Földművelésügyi Minisztérium folyammérnöki ügyosztályának szoros felügyelete alatt működő vízrajzi intézmény feladata volt a vizekre (első sorban a folyóvizekre) vonatkozó adatok gyűjtése és az azokból levonható törvényszerűségek tisztázása, különös tekintettel a mértékadó vízállások ill. vízmennyiségek megállapítására, és az árvízi elrejelzésre.

Az első világháború után, a Magyarországot érintő területi veszteségek következtében a vízrajzi szolgálat számára fontos feladat volt, hogy az árvízi vízjelzésekhez időben ismerje meg a hegyvidéki területek hidrometeorológiai adatait. Az ország ugyanis döntő mértékben síkvidéki jellegű lett. A Nemzetközi Dunabizottság (CID), ill. a Dunai Állandó Vízügyi Munkaszaki Bizottság (CRED) szabályozta a nemzetközi adatcsere rendjét, így 1924-ben létrejött és működni kezdett a nemzetközi vízjelző szolgálat. A Duna menti országok a gyors információ érdekében 1929-től naponta rádió is közölték a vízállásokat. (Stelczer 1986)

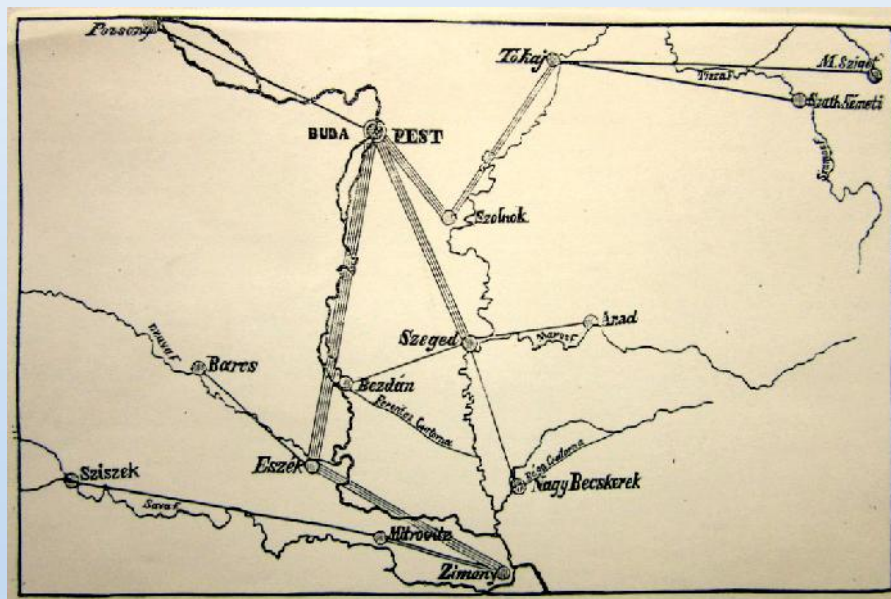
Amikor 1952-ben létrehozták az országos vízgazdálkodási feladatok ellátásához szükséges kutató intézetet, a VITUKI-t, az árvízi elrejelzési rendszert új alapokra kellett helyezni. A két világháború közötti idszak elrejelzési segédletei a folyamatos ellenrzés, valamint a lefolyási viszonyok menet közben bekövetkezett változásait figyelembe vev átdolgozásának elmaradása miatt már nem voltak használhatóak. Ráadásul a „vasfüggöny” politikai következményeként akadozott a nemzetközi együttm ködés a vízállásadatok forgalmában is. Jellemz volt a helyzetre, hogy az 1954. évi dunai árvíz idején a védekezést irányító gy ri központban a bécsi rádió vízállásjelentéseit figyelték, s annak alapján vontak le következtetéseket a várható vízállásokra.

Ezt követ en komoly fejlesztések történtek ezen a téren. Szesztay Károly vezetésével az 1950-es évek második felében a hidrológiai elrejelzések átfogó fejlesztését hajtották végre, s módszere alapján grafikus korrelációval elrejelzési segédletek készültek a Dunára, a Tiszára, a Körösökre és a Sió-Kapos vízrendszerre (Stelczer 1986). A módszertani kutatásokon túlmen en fejlesztési tervek készültek az id járási radarhálózat létrehozására, az országos vízrajzi adattávjelz rendszer kiszélesítésére.

1961 áprilisában Budapesten rendezték meg az els "Nemzetközi hidrológiai elrejelzési konferenciát", amelynek szervezésében a Magyar Tudományos Akadémia, a Magyar Hidrológiai Társaság és az OVF vettek részt. Ett l kezd d en két évenként, mindig más dunai országban rendezték meg a Duna menti országok hidrológiai elrejelzési konferenciáját, amely nagyban hozzájárult a kutatási eredmények, hidrológiai adatok cseréjéhez, és a közös vizsgálatok tapasztalatainak kiértékeléséhez.

A VITUKI keretében m köd OV Sz 1972-ben megkezdte a hidrológiai elrejelzések cseréjét – a KGST országok Tisza-völgyi együttm ködése keretében – amelynek során Magyarország elrejelzéseket küldött Csehszlovákiának, a Szovjetuniónak és Jugoszláviának, és elrejelzési adatokat kapott a szovjetekt l és Romániától. A nemzetközi adatszere-forgalomban beérkez hidrológiai adatok feldolgozása az 1980-as évek elejét l már – a folyamatosan fejlesztett – számítógépes program-rendszerekkel történt.

MINDEZ MA MÁR TÖRTÉNELEM!



A közmunka és közlekedési miniszter 1867. november 19-én kelt utasítása mellékletében szerepl térkép egy országos vízállástávírási hálózat létesítésér l.

IRODALOM

Lászlóffy Waldemár (1982). A Tisza. Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a Tiszai vízrendszerben. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 230–513.

Stelczer Károly (1986). A vízrajzi szolgálat száz éve. VÍZDOK Vízügyi Dokumentációs Szolgáltató Leányvállalat, Budapest, ISBN 963 602 357 3.

Fejér László (1997). Árvizek és belvizek szorításában. Vízügyi Történeti Füzetek 15., Budapest.

Magyarország árvízvédelme az integrált vízgazdálkodásban a Tisza folyó példáján

Kovács Sándor*, Lovas Attila* és Gombás Károly**

* Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, 5000 Szolnok, Boldog Sándor István krt. 4.

** Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság, 9021 Győr, Árpád u. 28-32.

Kivonat

Az utóbbi évtizedekben folyóink, és különösen a Tisza vízlevezető képessége lényeges megváltozott, romlott. Az emberi beavatkozások, a természeti változások hatására az árvizek magassága és tartóssága folyamatosan növekszik. A folyó egyre magasabb szinten levonuló árvizei mind jobban veszélyeztetik hazánk árterületein elhelyezkedő településeit, mezőgazdasági területeit, az emberek megélhetését. Az árvizek kártételeinek elkerülését, illetve mérséklését el segít megoldások kutatásában jelentős szerepe van az elmúlt évek tudományos vizsgálatainak, folyóink vízrendszerének hidrológiai, hidrodinamikai modellezésének.

Cikkünk a Dunán és a Tiszán az utóbbi két évtizedben levonult árhullámok sajátosságait, okait taglalja, különös tekintettel arra, hogy a vízszintnövekedés egyes folyószakaszokon meghaladta az 100-140 centimétert. Ezen árvízjelenségek szinte kikényszerítették a magyarországi folyók mértékadó árvízszintjének felülvizsgálatát, az árvízkezelési számítások elvégzését, a nagyvízi mederkezelési tervek összeállítását.

Kulcsszavak

Árvízcsúcsok növekedése, árhullám tartóssága, nagyvízi mederkezelési tervek, árvízkezelési számítások, hullámtér rendezése, árapasztó tározók, mértékadó árvízszint, hidrológiai, hidrodinamikai modellezés.

Flood protection of Hungary in the integrated water management in the Tisza River Valley as an example

Abstract

During the recent decades our rivers, particularly the Tisza River, flood carrying capacity changed and deteriorated. Human interventions and natural changes resulted in increased flood duration and elevation. The ever increasing flood levels of the rivers threaten the communities and agricultural areas located on the flood plain and impact people's livelihood. River system hydrological and hydrodynamic modelling played significant part in recent scientific research of flood damage avoidance and damage reduction options.

The paper focuses on the characteristics and causes of the flood waves on the Danube and Tisza Rivers occurred over the last two decades, with particular attention to the 100-140 centimeters flood peak level increases in some river sections. These flood events forced the review and re-evaluation of the standard flood levels of the Hungarian rivers, the re-calculation of flood risks, and formulation of plans for improving and managing the main channels.

Keywords

Flood peak increase, duration of floods, river high water management plans, flood risk calculations, floodplain regulation, flood control reservoirs, standard flood level, hydrological and hydrodynamic modelling.

BEVEZETÉS

A Kárpát-medencében elhelyezkedő Magyarország történelmi fejlődése elképzelhetetlen lett volna a térségi vízfolyásokkal történő együttélés képességének elsajátítása nélkül. A magyar nép saját bérén tapasztalva, kényszerrel lett úrrá az árvizeken és épített sikeres vízgazdálkodási konjunktúrát a pannon-medencében. A vízzel való együttélés természetes része a társadalomkultúrának.

Hazánk teljes egészében a Duna folyam vízgyűjtőjén helyezkedik el. A földrajzi sajátosságok és bizonyos mértékig a klimatikus adottságokból adódik, hogy Magyarország árvízi veszélyeztetettsége Európában a legnagyobb. A természeti megoldásokkal ármentesített területek az ország 23%-át teszik ki. A lakosság mintegy egynegyede árvíz által veszélyeztetett területen él. A geológiai adottságokból kifolyóan a terepesés az ország legnagyobb részén igen csekély, így a kontrollálatlan elöntések azonnal nagy területeken okoznának problémát. Az épített töltések hossza meghaladja a 4.200 km-t, számos tározó, szivattyútelep és más komplex létesítmény szolgálja az állam által vállalt, 100 évenkénti el fordulási valószínűségű árvízi események elleni biztonságot.

Azonban a jelentős természeti katasztrófák dacára a vízgazdálkodás Magyarországon szükségszerűen integrált, tulajdonképp már akkor az volt, mikor még a szót sem ismertük. A vizek kártételeinek elhárítása ugyanazon vízfolyásokon együtt járt a vizek sokcélú hasznosításával. A nagy kiterjedésű védett alföldek velejárója egy speciális magyar árvízfajta, a belvizek elleni küzdelem. Idegen nyelvre a „belvíz” szót lefordítani is nehéz.

Manapság sokszor divatos szlogenekbe öltöztetünk olyan gyakorlatokat, melyeket eleink évszázadok, évtizedek óta alkalmaztak, persze az adott kor technikai lehetőségei között. A természetmegővés mindig is része volt a vízügyi fejlesztéseknek. Visszatekintve országuk árvízes történelmére, a jelentősebb települések, értékesebb területek megővésére - a kor technikai lehetőségeinek megfelelően - mindig is alkalmaztak valamilyen természeti megoldást. Szakmai alapokon nyugvó, szervezett árvízvédelemnek - amely döntően a Tisza szabályozásával kezdődött - több mint másfél évszázados hagyományai vannak. Az utóbbi évtizedekben az átfogó gondolkodást el segítette az a nemzeti megközelítés is, hogy az országban több mint 60 éve egységes vízügyi szolgálat foglalkozik a

vízgazdálkodás teljes spektrumával, melynek 12 alegysége vízgyjt-re szervezett, nem közigazgatási határokkal tagolt.

Az újabb korra térve; mikor a Tisza első nemzetközi Vízgyjt-gazdálkodási Terve készült, még konkrét jogi elírás nélkül is integrált terv jött létre. A probléma nagyságrendje miatt a vizek mennyiségi és minőségi problémáit szétválasztva nem lehet kezelni. Hazánk csatlakozása az Európai Unióhoz és a közösség által elfogadott irányelvek (Víz Keretirányelv, Árvízi Irányelv stb.) teljesítése ezt a tézist még inkább megerősítette.

Hazánk vízgazdálkodása bizonyos tekintetben kiszolgáltatottnak mondható, mivel az ország területére érkező vizek közel 96%-a külföldről érkezik (Váradi 2003). A külföldi vízgyjt-könnyűtett lényegében teljesen független beavatkozások, a tározók üzemeltetése, a hordalék esetenként a szennyvíz és hozzánk érkező mennyisége nagyban függ felvízi szomszédjaink vízgazdálkodási magatartásától.

A DUNA

„A Duna vízgyjt-je Európa régebben kontinens-táblává vált részének peremén, a hegységképző folyamatok által a harmadkorban a kontinenshez csatolt új területek – az ún. Neo-Európa – zónájában helyezkedik el. A terület végleges kialakulása változatos belső geológiai erőhatások következtében rendkívül mozgalmas volt és gyakorlatilag a harmadkor végén a miocénban indult meg, s csak a negyedkorban érte el jelenlegi állapotát.” (Neppel és társai 1999)

A Duna magyarországi szakaszán döntően kétféle típusú árvíz alakulhat ki. Az egyik a tél végi – kora tavaszi, amikor a vízgyjt-terület közép- és alacsonyabb részeinek hóolvadása, sokszor összegződve az időközben lehulló esővel vonul le. Napjainkban egyre ritkább jeges árvizek, régebben (pl. az 1876., 1891., 1893., 1940., 1941., és különösen az 1956 évi dunai jeges árvíz) különleges helyet foglaltak el a hazai árvizek történetében (OVF 2016a). A másik a nyári árvíz, mely intenzív csapadék hatására az Alpok magasabb részeiről indul el. Jégmentes nagyvizek közül vízhozamuk tekintetében a nyári árvizek (2002., 2013.) különösen veszélyesek.

Magyarország helyzete a Duna vízgyjt-jén, árvízi jellegzetességek

Mint már említésre került, Magyarország területe egyedülálló módon, egy egységen, a Duna folyam vízgyjt-jén helyezkedik el. Ennek kiterjedése mintegy 817 000 km² és 19 országot érint. A Duna a második leghosszabb folyam Európában (a Volga után). Németországban, a Fekete-erdőben ered és innen délkeleti irányban 2,850 kilométert tesz meg a Fekete-tengerig 10 ország áthaladva. Éltető vízkincs mellett fontos nemzetközi hajóút, a németországi Rajna–Majna–Duna-csatorna 1992-es megépítése óta részét képezi a 3,500 km-es transzeurópai vízi útnak. Nagy mellékfolyói az Isar, Inn, Traun, Enns, Morva, Vág, Dráva, Tisza, Száva és az Olt.

A Duna vízjárása az érintett országokat hasonló feladat elé állítja az árvizek elleni felkészülést/védekezést illetően, és a klímaváltozékonyság miatt az egymásra-

utaltság is egyre fokozódik. A vízgyjt-szemlélet felismerésének és a szomszédos országok közeledésének hatására több nemzetközi csoport is létrejött, melyben az árvízi kérdések kiemelt szerepet játszanak. Ilyen az ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River (1998) és a Duna Régió Stratégia (2011). Előbbiben hazánk az árvízvédelmi szakértői csoport (FP-EG) elnöklését látja el, utóbbiban pedig a környezeti kockázatok kezelése prioritási terület (PA5) társkoordinátora. Magyarország elkötelezettsége és aktivitása a nemzetközi együttműködések területén kimagasló, melyet a nagy érdeklődésre számot tartó magas színvonalú vízepítési mérnöki tudáson felül az ország kitettsége is indokol. Mivel folyóvizeinek mintegy 96%-a külföldről érkezik, így nem meglepő, hogy mind a hét szomszédos országgal határvízi szerződéseket rendezik a vízgazdálkodási kérdéseket. A nemzeti vízjelzőszolgálat kiemelkedően fejlett, már elérhető a 10 napos megbízható előrejelzés is – köszönhetően természetesen a felsőbb vízgyjt-n elhelyezkedő országokkal való együttműködésnek is.

Hazai vízkárelhárítás a Dunán

Hazánkban keresztül 417 km hosszan folyik keresztül a Duna, javarészt szabályozott keretek között. 142 km hosszban a folyam Szlovákiával közös határvonal is egyben.

Az 1267. évi a legrégebbi dunai árvíz, amelyről biztos tudomásunk van. A XIII-XVI. században 14 jelentős árvízről van feljegyzés, köztük számos jeges árvíz is lehetett. A XVII. században öt jelentős árvízről jegyeztek fel (Szilágyi 2013). Zawadowski Alfréd 1891-ben megjelent monográfiájában a XVIII. századra vonatkozóan 24 dunai árvízről tett említést. A XIX. század elejéről még 7 árhullámról közölt információkat a monográfiájában. Részletesebb adataink a Budapestet pusztító 1838. évi eseményről állnak rendelkezésre. A XX. században 1954 és 1965 években alakultak ki katasztrofális méretű elöntések a tavaszi-nyári időszakban. Azonban nem csak a nagy vízhozamok, hanem a hőmérsékleti szélsőségek is óriási kockázatokat hordoznak: Az 1862, 1876, 1941 és 1956 években a jeges árvizek okoztak drámai veszteségeket, főleg töltésszakadások miatt. Az ezredforduló után, 2002-ben addig sosem látott vízszintek alakultak ki, majd 2006-ban egyes szakaszokon még ennél is magasabb értékkel tetőzött az árvíz. Az eddig észlelt legnagyobb vízmagasságot, azaz az „LNV” értékeket – egy kivétellel – az ország összes dunai vízmércéjén azonban a 2013. évi árvíz jelölte ki. Az állami intézmények és a lakosság összefogásával heroikus küzdelemben sikerült úrrá lenni a soha nem tapasztalt helyzeten, és elöntések, áldozatok nélkül vonult le az ár.

Az országban a védvonalak létesítése folyamatos volt az elmúlt évszázadokban (1. ábra). A 2004. évi Európai Unió csatlakozása után megnyíló fejlesztési forrásokat a vízügyi ágazat sikeresen használta fel az árvédelmi rendszer fejlesztésére, és a jelenleg futó operatív programok is kiemelt részarányban támogatják a biztonság növelését, megteremtését. Ezen túlmenően az országos és regionális vízügyi szervek nagy hatékonysággal pályáznak határokon átnyúló projektekkel is, melyek tovább segítik a nemzetközi együttműködés fejlesztését.



1. ábra Árvízi veszélytérkép és az első rendű árvédelmi töltés hálózata

Figure 1. Flood hazard map and the network of the primary flood protection levees

A nemzetközi jellegű árvízvédekezésen túl a hazai forrású elöntések kezelése is lényeges feladat. Magyarországon a belvíz által legjobban veszélyeztetett területek nagysága 400-500 ezer hektárra tehető (államterület 45%-a). A földterületek elaprózódása, a vízrendszerek elhanyagolása az utóbbi évtizedekben növelte a belvízveszélyt. Növeli a problémát, hogy a szántóföldi termelés a kiszámíthatóan belvízveszélyes helyeken is történik, így a kárrendezés költségei emelkednek.

A TISZA

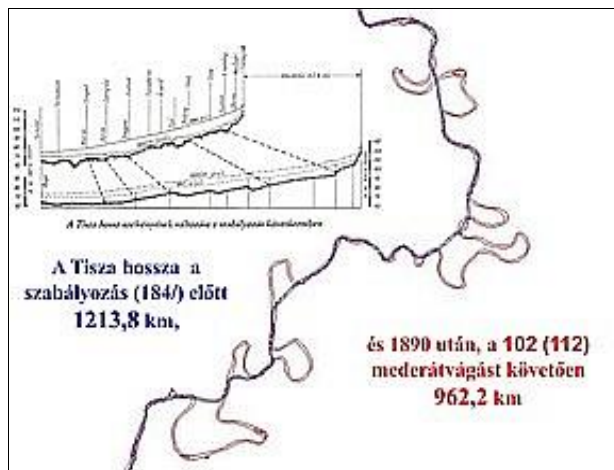
A Tisza természetföldrajza, rövid földtudományi jellemzése

A Tisza a Kárpát-medence legjelentősebb saját folyója, míg a Duna legnagyobb, de a medencén kívülről érkező és azt el is hagyó folyó. A Kárpát-medence a Duna vízgyűjtőjének, mint földrajzi területnek a középső részét alkotja, amelyhez a hegyvidéki és a síkvidéki területek egyaránt hozzátartoznak. A Kárpátok láncolata a földtörténeti újkorban bekövetkezett nagy szerkezeti mozgások hatására torlódott fel úgy, hogy az Alpok és a Dinaridákhoz támaszkodva létrejött a föld egyik legzártabb medence alakulata. A medencén belüli régiókban az atektonikus hatások a mai napig érvényesülnek. A hegylécnek további emelkedését az erózió csökkenti, a lepusztuló törmelékanyagot a folyók a medence mélypontjaiba hordják, amelyeket fokozatosan feltöltik, és egyben az üledékterhelés fokozódó hatására a hordalékgyűjtő medencék lassan mélyülnek.

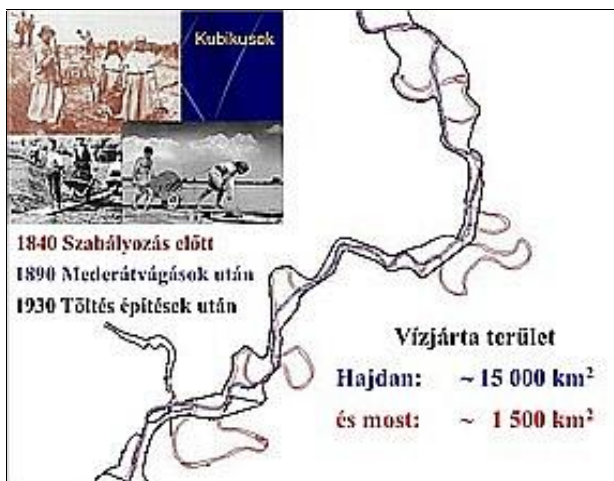
A Kárpát-medence keleti felén kialakuló vízfolyásokat összefoglalóan a mai nevén Tiszának nevezzük. A Tisza - a folyó jelenlegi vonulata - geológiai értelemben fiatalnak tekinthető. Születése a Holocén korszak kezdetére vezethető vissza. „A jelenlegi helyére valószínűleg legkevesebb, mint 10 000 évvel ezelőtt került.” (Alföldi 2013). Érdekes, hogy egyik-másik mellékfolyója lényegesen idős, akár „nagyapja” is lehetne. A Sajó például több száz ezer éve követi szinte ugyanazt a jelenlegi vonulatának megfelelő utat. A Tisza „mai helye azonban csak pillanatképp. A Hortobágy jelenlegi medrét a Zagyva medréig rövid pályafutása alatt bekalandozta az egész területet, és volt idő, amikor a jelenlegi Hármaskörös völgyén haladt dél felé. Helyváltoztatását saját feltöltés és eróziós tevékenysége is elmozdította. Dönt

szerepet ebben mégis azok a finom és lassú kéregmozgások játszottak, amelyek az Alföld felszínét alakítva az utolsó néhány évtized alatt sem szüntek meg.” (Rónai 2003). A fent leírtak természetesen csak a Tisza síkvidéki szakaszára érvényesek. A folyó a Kárpátokban maga vájt ki völgyét. Kialakulása nem sokban különbözik a vízrendszer többi mellékfolyójától. A Kárpát-medence részmedencéinek feltöltését követően összefüggő síkság alakult ki, amelyen a Tisza minimális eséssel kereste útját.

Az ember megjelenésével a folyó kis esésből, a lassú folyásból, a sok kanyarulatból számos gond, probléma adódott. A XIX. század közepén Széchenyi programja, Vásárhelyi terve alapján megszületett a Tisza-völgy rendezése, a Tisza szabályozása. A Tisza általános rendezési tervének kiadását részletes, igen magas színvonalú felmérés előzte meg. Ekkor derült ki először, hogy a tiszai árvizek az érintett 18 vármegyében 854 települést veszélyeztetnek (Dunka és társai 1996).



2. ábra. A Tisza hosszának alakulása az átvágásokat követően
Figure 2. Changes of the Tisza River length after cross-cuts



3. ábra. A Tisza hullámterének csökkenése a folyó magyarországi szakaszán

Figure 3. Decrease of foreshore on the Hungarian section of the Tisza River

A Tisza és az itt letelepedett, az itt gazdálkodó ember harcából új folyó, új táj született. Most már a tiszai táj sajátosságait nem a földtan, hanem az ember tevékenysége határozza meg. Európában nincs még egy ilyen folyó,

amelynek árteréből 1 ekkora részt elhódított volna az ember. Nincs még egy folyó, amelynek szabályozása során ennyi átvágást végeztek volna, ennyi mesterséges folyószakaszt hoztak volna létre. A mederszabályozás első sorban a folyó pályájának megrövidülését jelentette (2. ábra).

A nagy vízjáték kivédése miatt megépített árvízvédelmi töltések hossza a Tiszán és mellékfolyóin messze meghaladja Európa bármely folyója mentén létesített gátak hosszát. A töltések megépítésével a folyó síkárterületének csaknem 90%-át rekesztette ki az árvíz tározásból, a víz és a hordalék levezetéséből (3. ábra), (Károlyi és Nemes 1975).

A folyó szabályozásának elvitathatatlan érdeme, hogy biztosította a Tisza-völgy síkvidéki területeinek gazdasági fejlődését. Az árvízvédelmi és további vízkár-elhárítási létesítmények megépítése és üzemeltetése tette lehetővé 1860-1915 között hazánk történetében eddigi legnagyobb vidékfejlesztési programjának megvalósulását az Alföldön (Nagy 2013).

A töltések közé szorított Tisza és mellékfolyói a mai napig folyamatosan alakítják medrüket, ezért miatt az embernek korrigálnia kell saját döntéseit, egyre gyakrabban figyelembe kell vennie a folyó változásait. A 2003-ban elfogadott árvíz-védekezési program (VTT - Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése) a legkritikusabb tiszai szakaszok helyzetét hivatott javítani, elírva egy komplex program kidolgozását (Nagy 2012).

Tisza történelmi árhullámairól röviden

1886. május 1-én Péchy József vezetésével megkezdte munkáját a folyószabályozások és árvízmentesítések ügyéért felelős Közmunka- és Közlekedési Minisztérium szervezetén belül a Vízházi Osztály. Ezzel Európában az első között jött létre a vizek megfigyelésére, a mérési adatok kutatására és feldolgozására egy központi szervezet (Fejér 2001). A Vízházi Osztály 1876-tól minden évben kiadta a Vízházi Adatgyűjteményt, amelyben részletesen ismertették az adott év hidrometeorológia jellemzőit. Az alábbiakban röviden bemutatjuk a történelmi árhullámok sajátosságait.

Az 1998. évet megelőző jelentősebb Tisza-völgyi árvizek és az árvízvédelemre gyakorolt hatásaik

A történelmi árhullámok ismertetését a régi vízrajzi évkönyvek mellékletei, valamint Tellyesniczky (1923) cikke alapján állítottuk össze.

Az 1853. évi és különösen az 1855. évi árvíz - amely a Tisza-völgy síkárterületét csaknem teljes egészében elborította - minden tekintetben jelentős állomása volt a Tisza-völgyi árvizek és ármentesítések történetében. Az 1885. évet tekinthetjük a szabályozások elterjedésének, ill. hullámtér-csökkenés miatt nagy arányban emelkedtek.

Az 1876. évi tavaszi tiszai árvizet megelőzően a Bodrog, a Körös és Maros befolyásolták kedvezőtlenül. Tiszafüredig az árvíz baj nélkül vonult le, attól lefelé azonban a védgátak 13 helyen szakadtak ki, víz alá került 68.000 kat. hold mentesített terület. Szeged városa ez

alkalommal csak úgy menekült meg az elöntéstől, hogy Fegyverneknél kiszakadt a gát.

1879-ben a Tiszán és Körösön több magas árhullám vonult le, úgy hogy a középső és az alsó szakaszon januártól - júniusig állandóan magas volt a vízállás. Az 1879. évi szegedi árvíz végzetes gátszakadása 1879. március 5-én Petresnél következett be. A Szeged felett 25 km-re kitörő víztömeg víztározóként töltötte fel az árteret, egyre inkább megközelítette a várost, és március 12-én hajnalban rátört Szegedre. A város 6.350 házából mindössze 417 maradt épen, 151 ember vízbefűlt, 100.000 ember vált hajléktalanná. A katasztrófa híre külföldön is nagy részvétet keltett. A szegedi árvíz katasztrófa mérföldke volt a magyar árvíz-védelem és vízügyi szolgálat történetében.

Az 1881. évi április, május és június havi kiadós eső folytán keletkezett újabb árhullámok a folyó középső és alsóbb szakaszain összegyűltek úgy, hogy az 5 métert meghaladó vízállás a Csongrád és Szeged közötti Tisza-szakaszon 3 és fél hónapig tartott.

Az 1888. évi tiszai árvizet nagy téli csapadék és márciusban a Szamos, Bodrog és Sajó vízgyűjtőjén hullott nagy esőzések okozták. Ez az árvíz a maga méreteivel sokakat megdöbbentett. A Záhony és Tiszakeszi közötti hosszú folyószakasz legnagyobb részén egészen 1919-ig (Tiszabercelen 2000-ig, Záhonyban 2001-ig) az 1888. évi LNV-k voltak érvényben, a tiszai Dombrádon még mindig az 1888. évi LNV érvényes. Az árvíz a Tokaj és Szolnok közötti magas parti átömlések és gátszakadások folytán rendkívüli kiöntések mellett vonult le, elárasztva több mint 300.000 kat. hold területet.

Az 1895. évi tiszai árvizet megelőzően a téli hó okozta, amelyhez tavaszi eső is járultak. Csaknem fél évszázad ármentesítő, vízszabályozó munkáját követően ebben az évben vonult le a Tiszán az első olyan nagy árvíz, amelynél a károk a korábbiakhoz képest már mérsékeltek voltak. 1895-öt követően - a hatalmas munkálatok eredményeinek köszönhetően - a kiépített tiszai töltéseken számottevő gátszakadás már nem fordult elő.

Az 1919. évi eseményeket a hóolvadással egy időben megkezdődött tartós esőzések okozták. A tél mederre érkezett árhullámok tetőzése a Tiszafüred és Szolnok közötti szakaszon, valamint a Hármas-Körösön meghaladta a korábbi maximumokat.

Az 1931-32-es évben a tél eleje hideg és száraz volt, jelentősebb hótakaró csak február közepére alakult ki. Az árvizet a március elején megindult olvadás, valamint a március 15-18-án beköszöntött erős időszak váltotta ki. Jelentős árhullámok sorozata keletkezett - sorrendben - a Körösökön, a Maroson és a Szamoson, valamint a Bodrogon. A Tisza árhullámának tetőzése a vízállásai Tokajtól Szegedig mindenütt néhány cm-re megközelítettek a korábbi, az 1888., illetve 1919. évi maximumokat. Az 1932. évi árvizet követően kezdték meg a „Borsodi” nyílt árterén a gátak kiépítését, az utolsó olyan ármentesítési beavatkozást, amely lényegesen csökkentette a folyó hazai nyílt árterületét. Ez az ármentesítési munka 1937-ben fejeződött be.

) 1940-1942 között emlékezetes árvizes id szak alakult ki a Tiszán és mellékfolyóin. Az árvizek magasságukkal is kit ntek, de els sorban tartósságuk, számuk és ismétl désük mértéke volt a rendkívüli. Ezek közül tavaszi, nyári és szi árvizek egyaránt el fordultak. 1940-ben igen magas jégzajlásos árvíz, majd ett l magasságában nem sokban elmaradó tartós zöldár is kialakult. A jégzajlásos árvíz valamennyi mellékfolyón jelentkezett, a Hernádon és a Berettyón LNV feletti, a Bodrogon és a Sajón azt megközelít szinttel.

) 1964. március-áprilisában – 26 év után – ismét jelent s árvíz alakult ki a Tiszán és mellékfolyóin. A Tisza és a Szamos árhulláma Vásárosnaménynál találkozott és magas mederteltséget eredményezett. Erre érkezett a Bodrog árhulláma, Bodrogszerdahelynél 32 cm-rel az LNV felett tet zve. Tiszalök és Polgár között ugyancsak az addigi maximumokat meghaladó tet zések alakultak ki. Az 1960-as évek árvizeit követ en lényeges fejl dés következett be az árvízvédekezési munkák technikai-technológiai színvonalában.

) „Az 1970. évi Tisza-völgyi árvíz hevésségével, a tet z árvízszintek magasságával, víztömegével, a veszélyezett területek nagyságával és értékével kiemelkedik a magyarországi árvizek történetéb l.” (Ihrig 1971) Az árvíz 125 napig tartott, számos védelmi szakaszon 103 napig III. fokú védekezéssel. Az egyidej leg védett szakasz maximális hossza 2.425 km volt. Az 1970. évi Tisza-völgyi árvíz során a legnagyobb védekez létszám elérte a 43 ezer f t. Az árvíz miatt összesen 69 település 95 ezer lakosát kellett kitelepíteni.

) Az 1979. évi tiszai árvíz els árhullámát az 1978. december 30-i heves es zés váltotta ki a Fels -Tiszán, a Szamoson és a Bodrogon. Az igen heves árhullám Tiszabecsnél megközelítette az 1970. év el tti LNV-t és Vásárosnaménynál is csak fél méterrel maradt az alatt. Ez az árhullám a hideg hatására lefelé haladva jelent en veszített magasságából. A második árhullám január végén alakult ki, amikor a vízgy jt t borító 30-50 mm víztartalmú hórétegre jelent s mennyiség es hullott. Az árhullám különösen magas vízállással tet zött a Bodrogon és a Tisza Tokaj és Tiszab közötti szakaszán, ahol LNV értékek alakultak ki. Szolnokon is csak 5 cm-rel maradt a vízállás az 1970. évi maximum alatt.

Az 1998-as évt l el fordult jelent sebb árvizek és az árvízvédelemre gyakorolt hatásai

Az 1998 és 2010 közötti, az egymást rövid id n belül követ hat katasztrofális méret árvíz példátlan a Tisza történetében, és óhatatlanul felvetette az árvízvédelmi intézkedések hazai és nemzetközi méret újragondolását. Az 1998-as szi, majd az 1999., 2000. és 2006. év tavaszi árhullámok, az addigi maximális 1970. évi árvízszinthez képest közel 1,5 m-es emelkedést eredményeztek. A 2010. évi árhullám idején ki kellett nyitni az alig fél éve átadott Tiszaroffi árapasztó tározót.

Az 1888-at követ id szakban bekövetkez árhullámcsúcsok növekedését a Tiszán az 1. táblázatban foglaltuk össze. (Megjegyzés: 2010-ben árvízszint csúcsdöntések csak a Tisza jobb oldali mellékfolyóin voltak, a Tiszán nem.)

1. táblázat. Árhullámcsúcsok növekedése a Tiszán 1888. évet követ en
Table 1. Increase of the flood peaks on the Tisza River after 1888

Év	Tivadar	Vásárosnamény	Záhony	Tokaj	Tiszafüred	Kisköre (Taskony)	Tiszab	Szolnok	Csongrád	Szeged
1772										630
1830				715	631			684	599	
1855		770		768	675			739	671	691
1876		817		784	686			753	757	786
1877										793
1879								763	805	806
1881		866	747					764	820	845
1888	753	900	751	872	742			818	834	847
1895						841	866	827	867	884
1912	790									
1919						882	919	882	929	916
1932					750		921	894		923
1947	848									
1967					765					
1970	964	912			773	887	935	909	935	961
1979				880	788	912	949			
1998		923								
1999				894	835	978	1023	974		
2000				928	881	1030	1080	1041	994	
2001	1014	941	758							
2006									1033	1009
1887 utáni új maximumok száma	6	4	2	4	7	6	7	7	6	6

Az 1998. évet követő árhullámok jellegzetességei

1998 tavasza és nyara csapadékos volt. A Tisza mellékfolyóin (Felső-Tisza, Túr, Szamos, Kraszna, Körösök, Berettyó, Maros, Bodrog) sorozatos, esetenként jelentős méretű árhullámok követték egymást. 1998 szeptember-októberben a Felső-Tisza vízgyűjtő területén szinte szünet nélkül, naponta esett az eső. Október végén egy heves árhullám alakult ki, melynek tetőzése még csak Vásárosnamény térségében járt, amikor a november 4-i és 5-i esők létrehozták a második, „a f” árhullámot. A Tisza kárpátjai szakaszán a tetőzések többnyire az eddigi legmagasabb értékeket meghaladták, vagy azok közelében voltak. A magyar-ukrán országhatár közelében töltésszakadások következtek be. Kárpátalján – nem hivatalos adatok szerint – összesen 236 település szenvedett kárt az árvíz miatt, ebből 118 települést árasztott el teljesen, és 39.600 épületet öntött el a víz, valamint lerombolt 22 hidat és megsérült 340 km közút. Külföldön az árvíznek halálos áldozatai voltak. (Illés és társai 2003)

Az 1999-es évben is folytatódott az előző években megindult nedves periódus. Alig négy hónap elteltével ismét rendkívüli méretű árhullám alakult ki és vonult le a Bodrogon és a Közép-Tiszán. A csapadékszegény januárt követően február közepén évtizedek óta nem tapasztalt hatalmas hókészlet halmozódott fel, mint a hegyekben, mind az alföldi területeken. Március elején a Tisza minden egyes mellékfolyóján különböző méretű árhullám indult el. A Bodrog sárospataki vízmércéjén az áradás 111 éves rekordot, az 1888-ban mért eddigi legnagyobb vízszintet döntötte meg. A Tisza és a Bodrog árhulláma egy időben érte el Tokajt, és ott egymásra halmozódtak. Tokaj és Csongrád között az árhullám tetőző vízszintje minden szelvényben meghaladta az eddig észlelt maximumot, helyenként 65-75 cm-rel.

A Tisza és mellékfolyóinak vízgyűjtőjén 2000 március végén és április elején kialakult jelentős csapadék és a felmelegedéssel együtt járó hóolvadás következtében a Tiszán és valamennyi mellékfolyóján jelentős áradás indult el. A Bodrogon, a Szamoson, a Krasznán, a Sajón, a Tarnán, a Zagyván (ahol a szükségtározók is megnyitásra kerültek), a Fehér-Körösön (itt román oldali szakadás miatt nem került sor a Kisdelta szükségtározó megnyitására), a Fekete-Körösön, a Kettős- és a Hármaskörösön, a Sebes-Körösön és a Maroson alakult ki jelentős, a legnagyobb vízszintet (LNV) meghaladó, illetve megközelítő árhullám.

Az árvízszint a Tiszán Tiszabercel (+4 cm) és Mindszent (+18 cm) között meghaladta az eddig mért legmagasabb vízszintet. A legnagyobb mértékben ez Tiszaugnál (+88 cm) és Szolnokon (+67 cm) következett be. Ez azt jelentette, hogy 350 km hosszúságban a Tiszán – nem beszélve a mellékfolyókról, ahol a Tisza visszaduzzasztó hatása miatt szintén rekordot döntő vízszintek alakultak ki, így a Lónyay-főcsatornán, a Sajón, a Zagyván és a Hármaskörösön – soha nem észlelt magasságú víz ellen kellett védekezni. Nem csak a magasság, hanem a tartósság is rendkívüli volt. Tokajnál még „csak” 4 napig, míg Szolnokon már 18 napig volt magasabb a víz a korábbi rekordoknál. (Kovács 2000)

A Felső-Tisza vízgyűjtőjén 2001. március 3-án kezdődött a ciklontevékenység hatására igen jelentős csapadék hullott, és a hőmérséklet ebben az időszakban 10 °C fölé emelkedett. A Kárpátok 1000 m feletti magasságában a hóban tárolt vízkészlet nem volt jelentős. Az árhullámot kiváltó csapadék területi átlaga a Felső-Tisza vízgyűjtő területén március 3-5 között 124 mm volt. Ilyen rövid idő alatt, helyenként példátlan mennyiségű 200-260 mm csapadék is hullott. Mindezek hatására rendkívül heves áradás indult meg a Felső-Tisza mellékfolyóin. A folyó Tiszabecsnél 11 cm-rel, Tivadarnál 56 cm-rel, Vásárosnaménynál pedig 18 cm-rel magasabban tetőzött, mint 28 hónappal azelőtt, 1998 novemberében. Záhonynál megdőlt a folyó 1888-ban észlelt, legrégebbi LNV értéke. Lejebb az árhullám fokozatosan ellapult és elmaradt a korábbi évek maximumától (Szilávik 2003). Március 6-án délután – sorozatos töltéssuvadások után – a Tisza jobb parti töltése Tarpa és Tivadar között két helyen átszakadt. A szakadások 110, illetve 140 m hosszúságúra fejlődtek ki. A 75 órán át kiömlő víz mennyisége mintegy 120-140 millió m³ volt és 250 km² területet érintett az árvíz elöntés, ott, ahol az 1947-48. évi árvíz is pusztított. Jelentős károk keletkeztek, de az árvíznek halálos áldozata nem volt. (Bodnár 2004)

2006 tavaszán újra rekord szintű árvíz alakult ki a Tiszán Mártföld felé, valamint a Hármaskörös Kunszentmárton alatti szakaszán. A 2006. évi árhullámot megelőző hidrometeorológiai helyzet sok tekintetben hasonlított a 2000. évi áradást megelőző viszonyokhoz. A hegyekben jelentős mennyiségű hó halmozódott fel. Az átjegesedett hó nagyon sokáig nem olvadt el, a hegyek magasabb régióiban még április közepéig is megmaradt. Ez az átjegesedett hó képezte az árhullám alapját. Emléttetni kell tenni a Duna vízgyűjtőjén felhalmozódott hóról is. A Duna Nagymarosig terjedő vízgyűjtőjén március 20-án 18 km³ hóvízkészletet határoztak meg. Ez az érték közel kétszerese volt a hasonló időszak átlagának. A nagy dunai és tiszai, az idő közben kialakult marosi és körösi árhullámok találkozásának hatására Tiszaug alatt végig a Tiszán, a Hármaskörösön a Mezőtúr-árvízkapu alatti szakaszon új LNV szintek jöttek létre.

2010 nyarán a Sajón és a Hernádon alakult ki rekord vízszintű árhullám, töltés szakadásokkal, ami a Tisza kis árhullámával egyesülve a Sajó torok és Szolnok között alakított ki kritikus vízszintet. Taksonynál a Tisza vízszintje az előírt töltéskorona szintje alatt 40 cm-el volt, amikor megnyitásra került a Tiszarófi árvízi tározó. Ezzel sikerült megelőzni a további vízszintemelkedést, és a még súlyosabb helyzetek kialakulását. Ha a Hernádon és a Sajón nem lettek volna töltésszakadások a Tiszapalkonya és Kisköre közötti szakaszon, újabb csúcsdöntésekre került volna sor.

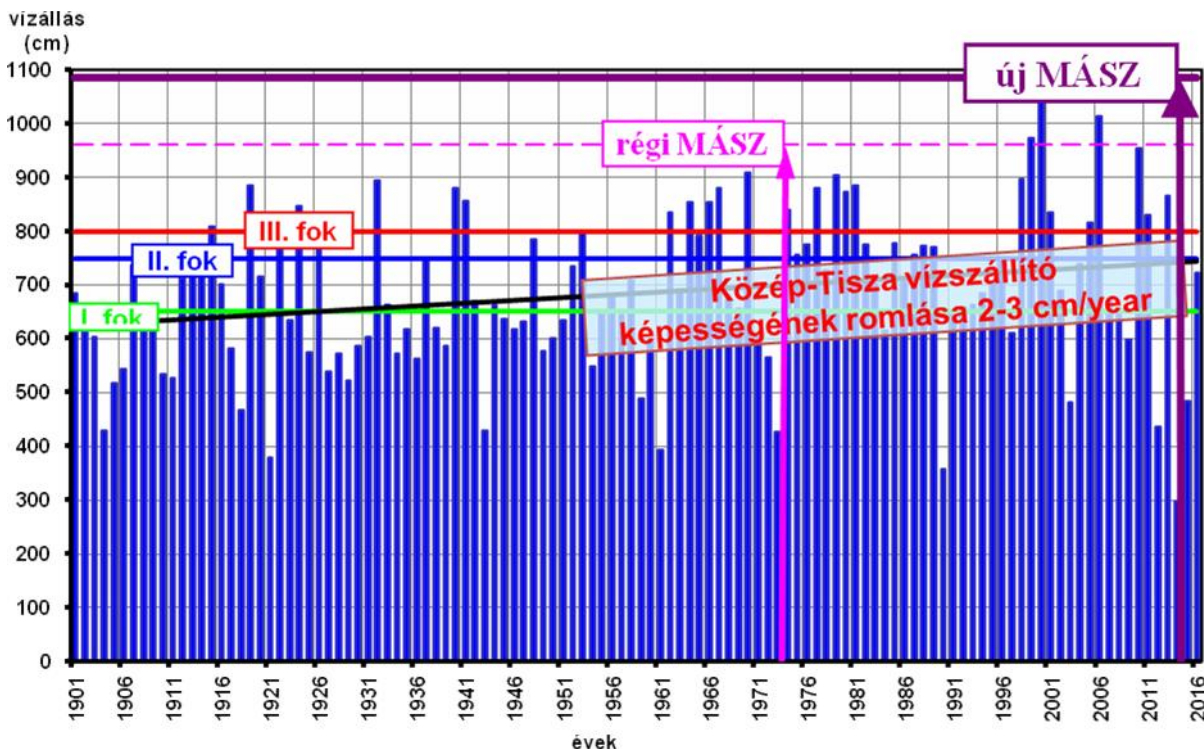
Az 1998 és 2010 közötti tiszai árhullámok szemléletmódosító hatása

A Tiszán és hazai mellékfolyóin, különös tekintettel a nagyvízi mederben lezajló, az árvízszinteket befolyásoló természetes, valamint az emberi gazdálkodással összefüggő beavatkozási folyamatokra, jelentős árvízszint-emelkedés állt és állhat elő.

Lehetséges-e, hogy a Tiszán az elmúlt évtizedben kialakult árhullámoknál magasabb árhullám vonuljon le? A válasz, egyértelműen igen. A Tisza történetében voltak és valószínűleg lesznek is az utóbbi évek id járási viszonyainál kedvezőtlenebb feltételek. Hidrometeorológiai szempontból mértékadó árvizek egyikének egy igen régi, az 1888. év tekinthető, amikor a Tisza vízállása Vásárosnaménynél 16 napon keresztül meghaladta a 790 cm-t, és egyidejűleg a mellékfolyók vízszintje is kiemel-

kedően magas volt. A vásárosnaményi szelvényben az utóbbi évek árvizeinek 790 cm feletti tartóssága egyetlen esetben sem haladta meg a 3,5 napot. 1888-ban a 900 cm-es vásárosnaményi tetőzés úgy alakult ki, hogy a mellékfolyók mentén alig volt töltés, és a meglévő töltéseket is elvitte a víz.

Az árvízi meder levezető képességének romlása a Tisza egyes szakaszain 1970-et követően elérte a 3-4 cm-t évente (4. ábra).



4. ábra. Évi maximális vízszintek a Tiszán, Szolnokon

Figure 4. Annual maximum water levels on the Tisza at Szolnok

Ez azt jelenti, ha az 1970-es árhullám megismétlődne, akkor az napjainkban a Közép-Tiszán 130-140 cm-rel magasabb szinten folyna le. Ha a 2000. évi árhullámot kialakító hidrometeorológiai helyzet alakulna ki, akkor az 45-50 cm-el magasabban tetőzne, ha a töltések ki lennének építve. Hasonlóan kedvezőtlen lenne a helyzet a Felső-Tiszán a 2001. évi árhullám megismétlődése esetében.

Az árhullámok magasságának emelkedése mellett egyre nagyobb problémát jelent a tartósságuk növekedése. Addig, míg az 1881-1910 közötti időszakban az árhullám évente átlagosan 5,4 napot tartózkodott 650 cm felett a Közép-Tiszán, jelenleg ez az érték 23 napra, a régi tartósság közel ötszörösére emelkedett (2. táblázat).

2. táblázat. Árhullámok 1 évre vonatkoztatott tartóssága a Közép-Tiszán

Table 2. Yearly flood wave durabilities on the Middle-Tisza.

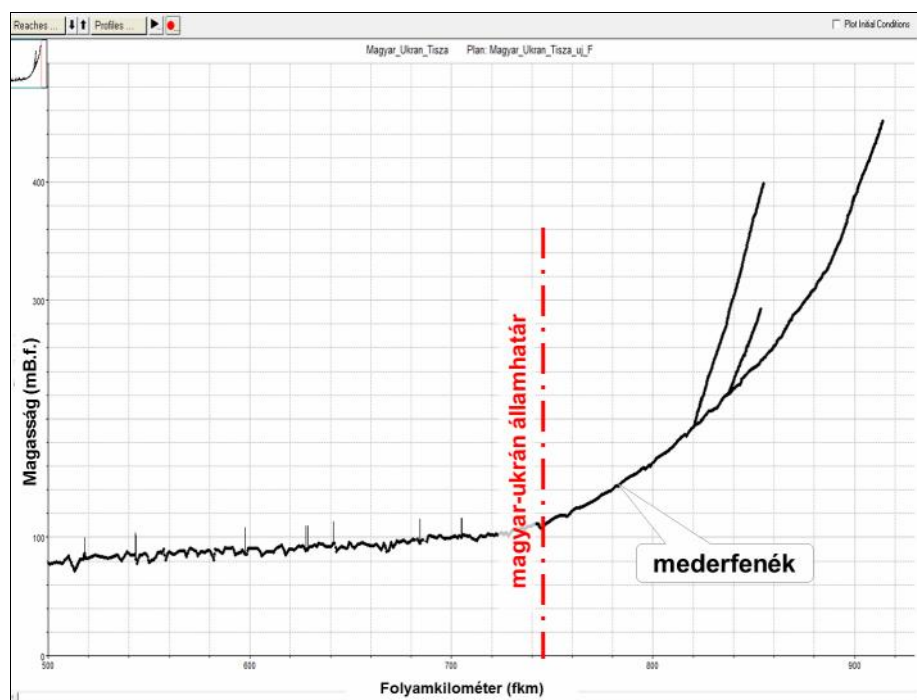
Időszak	650 cm felett	700 cm felett	750 cm felett	800 cm felett	850 cm felett	900 cm felett	950 cm felett	1000 cm felett
1881 - 1910.	5.4	2.9	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1911 - 1940.	14.0	7.1	3.6	1.9	0.8	0.0	0.0	0.0
1941 - 1970.	21.1	14.7	9.6	5.2	1.2	0.2	0.0	0.0
1971 - 2000.	25.8	17.4	10.5	5.7	3.4	1.3	0.8	0.4
2001 - 2016.	23.3	18.3	11.5	8.9	4.1	2.5	1.4	0.5

A vízszintnövekedés alapvető okait a Tisza és mellékfolyói hazai szakaszán az alábbiakban foglalhatjuk össze: A folyók nagy eséssel érkeznek hazánkba a külföldi víz-

gyűjtőkről. Az országhatár térségében a folyók esése lecsökken (5. ábra), ezzel egy időben a víz sebessége is lényegesen kisebb lesz. Ahogy csökken a víz sebessége,

úgy ejti el az általa szállított hordalékot. Az árhullámok idején leülepedett hordalék folyamatosan növeli a hullámtér magasságát. A víz sebességének csökkenésével tovább erődí a hordalék-lerakódás menete, amely

viszont újabb vízszintemelkedést generál. A hullámtér rendezetlen állapota szintén lassítja a víz áramlását, el - segítve a fenti folyamat állandó erődítését.



5. ábra. A Tisza hossz-szelvénye Rahó és Tiszadob között
Figure 5. Longitudinal profile of the Tisza between Rahó and Tiszadob

Ahogy halad az árhullám a Tisza középső és alsó szakasza felé, a víz sebessége tovább csökken, a hordalék lerakódás folyamata tovább erődí. A kiemelkedő árhullámok tömege a Közép-Tiszán meghaladja a 10 km^3 -t, az alsó-Tiszán a 15 km^3 -t. A víz sebességének csökkenésével egyre kisebb lesz a folyó mozgási energiája. A mozgási energia csökkenése a helyzeti energia növekedésével, a vízszint emelkedésével jár.

A vízszint emelkedése együtt jár az árhullám tartósságának, idtartamának növekedésével, ami fokozott terhelésnek teszi ki az amúgy is előregedett töltéseket. A Közép-Tiszán az I. fokú árvízvédelmi készültség idtartama meghaladhatja a 90 napot. Az árhullám 2000-ben 11 napon keresztül tartózkodott az 1000 cm feletti tartományban. Ha az 1888. évihez hasonló áradás alakulna ki a Tiszán, az árhullám 1000 cm feletti tartóssága 24 nap lenne a folyó középső szakaszán (Kovács 2012). Ilyen tartósságú árhullámot a töltéseink nem tudnánk elviselni. Ezért az árhullámok magasságának csökkentése mellett, alapvető feladatunk az árhullám tartósságának csökkentése is. Amit viszont csak ennek a hatalmas víztömeg mozgási energiájának, vagyis a víz sebességének növelésével, víz eltt álló akadályok eltávolításával, a meder és hullámtér kitakarításával lehet elérni.

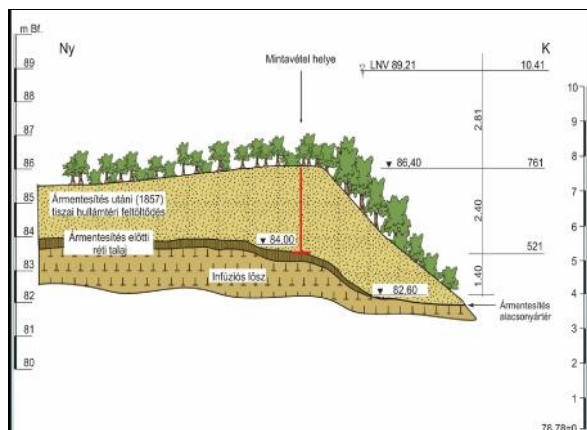
A víz sebességének alakulásában nagy szerepet játszik a hullámtér állapota, a növényzet sűrűsége, az övzátonyok (6. és 7. ábra), a nyárigátak magassága, a különböző lefolyási akadályok (tuskógátak, üdülők) megléte.



6. ábra. Övező magassága a Nagyunsági árapasztó tározó hullámtéri összekötő csatornájánál

Figure 6. Height of point bar at the Nagyunsági flood mitigation foreshore reservoir connecting channel

A XX. század második felében a hullámtéri területeken a szántó és az erdő kedvező lefolyási viszonyokat biztosító gyepróváására terjeszkedett. A rendszerváltást követően bekövetkezett, számos okra visszavezethető nyílt változások (elhanyagolt nyárigátak, belvízcsatorna menti depóniák, felhagyott szántók, gyomosodás, bozótosodás, invazív növényfajok elburjánzása, zártkertek kialakítása, épületek létesítése stb.) miatt leromlottak a nagyvízi lefolyási viszonyok. A hullámtér korábbi mezőgazdasági hasznosítású részei ma többnyire gazdátlan, gondozatlan táj benyomását keltik (8. ábra).



7. ábra. Övzátony fejlése a Tiszán, a part él mentén
Figure 7. Development of the point bar next to the Tisza, in the edge of the bank



8. ábra. Tisza hullámtér napjainkban
Figure 8. The foreshore of the Tisza nowadays

Az emberi beavatkozás és természeti változások hatására az árvizek magassága és tartóssága folyamatosan növekszik. Az egyre magasabb szinten levonuló árvizek a települések és a mez gazdasági területek fokozottabb védelme egyrészt az árvédelmi gátak további erősítését igényli, másrészt új megoldásokat kellett keresni az árvizek kártételeinek elkerülése, illetve mérséklése érdekében.

Az ezredforduló rendkívüli árvizei során a Tiszán kialakult árvízvédelmi helyzet miatt 2000-ban javaslatot tettek egy új árvízvédelmi koncepció (Új Vásárhelyi terv) elkészítésére, melyben a hangsúlyt az árvízszint-csökkenet beavatkozásokra helyezték. A vizsgálati eredmények és javaslatok figyelembevételével, 2003-ban a szolnoki kihelyezett ülésén a kormány elfogadta az új árvízvédelmi koncepció programját (Nagy 2012).

VÍZTUDOMÁNYOK, MÉRTÉKADÓ ÁRVÍZSZINTEK ÚJRASZÁMOLÁSA

Az elmúlt közel két évtized árvíz jelenségei szinte kikényszerítették a magyarországi folyók mértékadó árvízszintjének felülvizsgálatát, tekintettel arra, hogy a számítások szerinti vízszintnövekedés egyes folyószakaszokon meghaladta az 100-140 centimétert. A korábbi, 2014-ig terjedő íráskor szerinti kiépítés esetén az árvízvédelmi töltések még a plusz 1,0-1,5 m-es biztonsággal sem garantálták volna az árvízvédelmi biztonságot.

Az eddig érvényes mértékadó árvízszintek meghatározásának alapelvét az OVH Elnöki Kollégiuma 1974. december 20-i 113/Koll./1974. számú határozatával fogadta el. Azóta eltelt több mint negyven év, ennyivel bővültek megfigyeléseink, vízállás, vízhozam adatsoraink hossza, és talán ismereteink is gyarapodtak. Az akkori vizsgálatokról egy részletes beszámoló is készült (VITUKI 1976). A Csoma János és Szigyártó Zoltán által vezetett kutató csapat az adatsorok részletes, elemző vizsgálatát követően határozta meg a mértékadó árvízszinteket. „...az akkor elvégzett vizsgálatokkal kapcsolatban célszerű szólni arról is, hogy a mérések eredményeként rendelkezésre álló adatsorok igen sok esetben sem az adatok függetlensége, sem azok egyöntetűsége szempontjából nem voltak megfelelők (Szigyártó 2015).”

A 2014-ben elvégzett számítások tartalmazzák valamennyi magyarországi folyószakaszra vonatkozóan a tervezésnél és fejlesztéseknél figyelembe veendő mértékadó felülvizsgált, aktuális árvízszinteket, a folyók mértékadó árvízszintjeiről szóló 11/2010. (IV. 28.) KvVM rendelet módosításáról szóló 41/2014. (VIII. 5.) BM rendelettel 2014. augusztusban kihirdetett módosított adatokat is.

A számításokat a korábbiaktól eltérő korszerűsített, szakmailag megalapozottabb módszertan szerint végeztük el (Józsa és társai 2014). A MÁSZ korszerű hidrinformatikai módszerekkel történő felülvizsgálata 2012-ben a Felső-Tiszával kezdődött (Illés és Dubljak 2012), 2013-ban a Dunával folytatódott, és 2014-ben követte az ország többi folyószakasza. A felülvizsgálat célja, hogy a hullámtér árvízlevezető képességének és az ártéri öblözetek vízi kockázatkezelésének aktuális tervezési munkáihoz naprakész adatokat szolgáltatasson a mértékadó árvízi terhelésről.

A numerikus folyómodellek ma már elfogadottan alkalmazhatók arra, hogy akár a mérések kezdete óta nem látott nagyságú árvizek levonulását is megbecsüljük és kiterjesszük a vízmércék közötti folyószakaszokra.

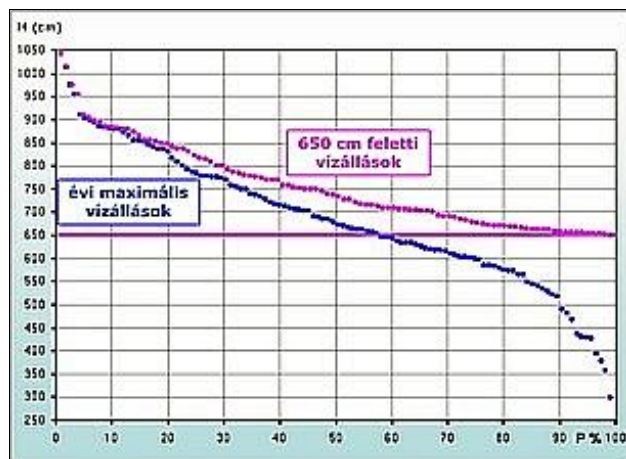
A MÁSZ-t a korábbiakhoz hasonlóan az évi 1%-os valószínűség (azaz 100 éves visszatérési idejű) árvizekhez kötjük. A számításaink elvégzésében, azok pontosságában jelentős szerepük van a megfigyelések hosszának. Ahogyan már említettük, ma már pontosabb, megbízhatóbb és lényegesen hosszabb vízrajzi adatsorokkal rendelkezünk, mint az 1970-es évek számításai során voltak.

Alapvetően két módszert ötvöztünk, alkalmazkodva a folyók eltérő adattartalmához:

1) Az éves maximális vízállások történelmi idősorait elemezve a hidrológiai statisztika eszközeivel, elméleti eloszlásfüggvények illesztésével meghatározhatók a mérceelvényekben az 1%-os valószínűséggel meghaladott küszöbértékek ($NV_{1\%}$). Ez az 1970-es évek óta a MÁSZ megállapításának módszere, de a mai napig meghosszabbodó idősorok már tartalmazzák az utóbbi nagy árvizek „mintáit” is és így a megváltozott lefolyási viszonyokat is tükrözik. A múltbeli vízszinteket a lassú trendekkel korrigálva mai értékekre számítjuk át, így figyelembe vehetjük a hullámtér feltöltődését, a meder berágódását, valamint a

hidrometeorológiai viszonyok és a vízgyjt megváltozása.

Két, alapjaiban egymástól eltér mintavételezési és valószínűségelméleti számítási eljárást alkalmaztunk (9. ábra). Az első, az évi maximális vízállások mintája és ezen adatsorok eloszlását közelítő háromparaméteres eloszlásgörbék megszerkesztése. A második, az ún. metszék módszer, egy bizonyos vízszint (esetünkben az I. fokú árvízvédelmi szint) felett, egymástól függetlenül tet - zések mintái és ezen adatsorok eloszlását követő logaritmikus függvények el állítása.



9. ábra. Évi maximális és a 650 cm feletti tet - z. árhullámok eloszlása

Figure 9. Yearly max. and peaking flood waves above 650 cm water level

A másik módszer szerint a MÁSZ-t az évi 1%-os valószínűség vízhozamhoz ($NQ_{1\%}$) kötik, és szintetikus peremfeltételekkel el idézett nagyszámú árhullám hidrodinamikai modellezésével állítjuk el . A több ezer modellezett év közül kiválogatjuk azokat, amelyekben a maximális vízhozam nem haladta meg a történelmi id sorokból levezetett $NQ_{1\%}$ értéket. A kiválogatott évek maximális vízszintjei közül szelvényről szelvényre a legmagasabb fogja kijelölni az új MÁSZ-t. Ezzel automatikusan figyelembe vesszük a betorkolló folyókon érkező árhullámok egybeesését, az ellapulást és a lefolyási viszonyok szakaszon belüli változékonyságát is. A hidrodinamikai modellezésen alapuló eljárásnak három fő eleme van:

1) A magyarországi folyók összes vízhozamnyilvántartási szelvényében a múltbeli vízhozam-adatsorok, az éves maximális vízhozamok hidrológiai statisztikai feldolgozásával meghatározzuk az $NQ_{1\%}$ vízhozamot.

2) A rendelkezésünkre álló vízhozam id sorok hidrológiai szimulációjával el állítjuk a hidrodinamikai modell belép határszelvényeibe a meghatározó mellékvízfolyások vízhozamának több ezer éves id sorait, hatórás id közzel. Ezek az id sorok ugyan mesterségesek, de a múltban megfigyelt statisztikákkal rendelkeznek, és lehet - séget adnak a mellékvízfolyókon összegyűlekező árhullámok sokféle együttállásának figyelembe vételére, a valószínűségüknek megfelelő súlyozással.

3) A mesterséges id sorokkal gerjesztett nagyszámú árhullám vízszintjeinek és vízhozamainak alakulását

gyors hidrodinamikai modellekkel számítjuk a folyórendszer teljes hossza mentén, jellemzően órás id közzel és 0,1–1 km közötti hosszirányú felbontással. Ezeknek a numerikus eredményeknek az elemzésével meghatározzuk az $NQ_{1\%}$ -nál kisebb maximális vízhozamú évek legmagasabb vízszintjeinek hossz-szelvényét, azaz az új MÁSZ-t.

A belép határszelvények jellemzően az országhatárhoz legközelebbi törzsálmások szelvénye. A vízhozam-id sor generálása ezekbe a szelvényekbe egy sztochasztikus és egy fizikai alapú modell összekapcsolásán alapul (Józsa és társai 2014). A sztochasztikus modellel a folyóra megbecsüljük a két állapot (6 óra alatt bekövetkező vízszintváltozás el jele) közötti átmeneti valószínűségeket. Áradó id szakban napi vízhozam-növekményeket generálunk Weibull-eloszlás szerint - amit aztán egy nem független véletlen értékkel perturbálunk - majd az árhullámok áradó ágaira jellemzően sorba rendezzük. Az árhullámok lecseng ágait egy nemlineáris tározási egyenlettel írjuk le. A mellékvízfolyásokra nem számolunk állapot-átmeneti valószínűségeket, helyette a befogadó folyóval a pozitív napi növekmények között keresünk nemlineáris keresztkorrelációt, amit csak akkor alkalmazunk, amikor a folyó napi növekménye egy adott küszöbértéket elér. A kapott áradásértéket egy additív, de a perturbálni kívánt értéktől nem független véletlen taggal bővítjük. A mellékvízfolyók árhullámainak apadó ágait szintén determinisztikusan, egy nemlineáris tározómodell alkalmazásával modellezzük.

A hidrodinamikai számításokat a hossz-menti változásokat leíró egydimenziós modellekkel végeztük. Az 1D hidrodinamikai számításokat döntően a HEC-RAS 1D programrendszerrel végeztük. Nagyon el nyit jelentett, hogy a Tisza és mellékvízfolyókra rendelkezésre állt az 1D modell. A Dunára viszont nagyon rövid időn belül kellett felépíteni a modellt, annak érdekében, hogy a vízhozam-id sor generálásokat el lehessen végezni.

Elkülönülten modellt alkalmaztunk az alábbi folyórendszerekre:

- 1) Tisza-völgy, felső, középső és alsó átlapoló szakaszra bontva
- 2) Dráva, Mura
- 3) Lajta és Mosoni-Duna
- 4) Rába-völgy
- 5) Ipoly
- 6) Sió és Nádor Csatornák

Az elmúlt egy-két évtized méréseivel igazoltuk, hogy a modellek alkalmasak az 1%-os árvizek tet - z. hozamainak és szintjeinek kellően pontos számítására (Józsa és társai 2014). Egyes folyókon bizonytalanságot jelentett, hogy az utóbbi időben nem volt elegendő árhullám (pl. Szamos, Dráva), megbízható adat (pl. Ipoly) vagy az árvízi lefolyás nehezen modellezhető 1D modellel (pl. Felső-Rába). A MÁSZ megállapításánál ezeken a szakaszokon támaszkodtunk elsősorban a múltbeli árvízi vízszintek hossz-menti eloszlására és a vízállásstatisztikákra.

A modellezésnél egységesen azt feltételeztük, hogy a f. védvonalakon nem tud átbukni a víz. Így a MÁSZ azt a szintet jelöli ki, amelyre a töltéseket meg kell magasítani az ártéri öblözetek védelméhez. A mostani számítások a szükségeltározás, a jövőbeli éghajlatváltozás és a tervezett nagyvízi mederkezelési beavatkozások hatásaira nem térhetek ki. Az a hat év múlva esedékes újabb felülvizsgálat feladata lesz.

EL REMUTATÓ VÍZKÁRELHÁRÍTÁSI FEJLESZTÉSEK

A XXI. századi dunai és tiszai események fontos változásokra világítottak rá. A modernkori országos tájm. védelmi koncepcióváltás (pl. 1950-es évek folyómenti erd. sítései) és a m. vi. szabályozások, valamint a természetes hullámtéri szukcessziós folyamatok hatására az árvízi hozamok elvezetésére kijelölt területek átbocsátó képessége radikálisan leromlott. A töltésekkel nem védett területeken, úgynevezett nyílt ártereken az addig biztonságosnak hitt magaspártok kimerültek, új védelmi vonalakat jelölt ki a levonuló víztömeg.

A szakágazat nem késlekedett a szakmai válaszlépésekkel, melyet kormányzati szinten is széleskörű támogatás övezett. Szofisztikált módszerrel újraszámításra kerültek a mértékadó árvízszintek (H1%) és ezek jogi átvezetése is megtörtént 2014-ben. Sokkoló felismerés volt, hogy átlagosan több mint egy méterrel emelkedtek a m. szaki kiépítési szintek, így a meglévő rendszer újraértékelésére is szükség volt. A tet. z. vízszintek további emelkedésének megakadályozására az egész országban, összesen 2.800 km vízfolyást övez. hullámtérre 2015 tavaszára a vízügyi igazgatóságok - dönt. többségükben vállalkozók bevonásával - elkészítették a nagyvízi mederkezelési tervek, melyek új szemléletet és szigorú szabályozást hoztak a hullámterek kezelésében. A dokumentációk azonosítják a f. levezetési zónákat, a partvonalakat, továbbá átfogó szabályozási és fejlesztési iránymutatást adnak a használatra.

A nyílt ártéri településeken az állam felújította a települések vízkárelhárítási terveit és aktualizálta a töltésszakadásokra való felkészülés dokumentumait, az ún. lokalizációs terveket. Mindeközben zajlott az EU Árvízi Irányelvének megfelelően a veszély és kockázati térképek, valamint a kockázatkezelési tervek készítése is, melyek az elvárásokon jóval túlmutató metodikával készültek el, figyelembe véve a várható klimatikus hatásokat és a tapasztalt árvízszintek változásait is.

Az *ármentesítés* olyan megelőző m. szaki tevékenységek összessége, melynek célja egyrészt, hogy az emberi beavatkozások hatására az árvizek magassága ne növekedjék, másrészt az árterületnek az árvizektől való mentesítése, úgy, hogy azon az emberi település, a közlekedés, a mez. gazdasági m. védelem, az ipari termelés és általában az élet lehet. sége és fejlődése biztonságos legyen. Az árvízmentesítés feladata azonban nem határolható le az árvízvédelmi gátakra, - azok magassági, keresztmetszeti, vagy vonalazási kérdéseire - ez átfogó, az egész vízgyűjtő területet és különösen a vízszintemelkedések fő okozóját a *nagyvízi medret* magában foglaló komplex m. szaki és gazdasági tevékenység.

Az eredmények azt mutatják, hogy a természeti folyamatok a nagyvízi mederben és a gazdasági-társadalmi folyamatok a közvetlenül érintett területeken a probléma növekedéséhez járulnak hozzá.

A *hullámtér* els. dleges feladata az árvizek levezetése. Árvizek idején a víztömeg levonulása a hullámtér árvízi levezet. sávjában (hidraulikai folyosókon) történik, mely feladatát akkor tudja teljesíteni, ha ez a sáv megfelelő szélesség. és e sávban az árvizek szabad levonulása biztosítva van.

Az *árvízi levezet. sáv* az árhullámok levonulását nem akadályozó, kis felszíni érdességet biztosító használata igen fontos eszköz a térségi árvízi biztonság megteremtésében.

Hazánkban 1960-as évekig nagy gondot fordítottak a nagyvízi meder (hullámtér) állapotára, az árvizek szabad levonulásának biztosítására. Az Országos Vízépítészeti és Talajjavítási Hivatal 1891. évi el. terjesztése „a Tisza folyó szabályozása tárgyában” cím. dokumentáció is foglalkozott már részletesen a hullámtér kérdéseivel.

Az el. terjesztés hangsúlyozza, hogy „A mederrendezéssel szorosan összefügg a folyó medre és a töltésvonal közt fekv. hullámtérnek mindennem. lefolyási és olyan akadályoktól való kitisztítása, amelyek a hullámtér feliszapolódását el. segítik. ... a szabadon hagyandó hullámtér szélességében s. r. f. zhajtások ne keletkezessenek, a melyek vadkomlóval, földi szederrel és folyondárral összesen ve a vízfolyást legjobban akadályozzák és az iszaplerakódásnak s. vele az el. terek feliszapolódásának legnagyobb el. mozdítóit”.

1960-tól elkezd. dött a hullámterekben a fásítás, a nyári gátak, ill. az üdül. k. építése, a korábbi szántóföldi és legel. gazdálkodás felhagyása. Mindezek jelent. sen hozzájárultak az árvízszintek gyors emelkedéséhez és a hordalék fokozott kiülepedéséhez. Úgy is lehet fogalmazni, hogy a kialakult viszonyok miatt, hazánk lemondott a nagyvízi meder vízvezet. képességének fenntartásáról, csak a töltések el. írás szerinti kiépítésére helyezte a hangsúlyt.

Számításaink szerint egy közép-tiszai gátszakadás során a kifolyó víz tömege meghaladhatja az 1,5 km³-t. Megjegyzés: 2001-ben Tarpánál, a magyarországi területre 120 millió m³ víz folyt ki (Bodnár 2004). A nagy kiterjedés. öblözetekben a feltölt. dési folyamat, azaz a víz kiáramlása és az elöntés növekedése akár több hétig is eltarthat. Több száz km² terület kerülhet víz alá, amelynek a visszavezetése - síkvidéki terület lévén - szinte megoldhatatlan. A sokáig itt tartózkodó víztömeg hónapokra-évekre lakhatatlanná tenné a teljes vidéket.

A fentiek során részletezett árhullám id. tartamának növekedése miatt töltésszakadás veszélyével mindenhol számolnunk kell. Erre készülve készültek el a kockázatkezelési tervek között a lokalizációs tervek.

Összhangban a VTT koncepcióval, az egyes területi prioritások meghatározásával, az árvízvédelmi szempontokat el. térbe kell helyezni a természetvédelem és a térség összetett gazdasági érdekeivel. A megoldást a terület-

rendezés és területhasználat-váltás vonatkozásában is az érdekeltek bevonásával, a különböző jogi kötelezettségek, szakmai megfontolások figyelembevételével összehangolásával, a Tisza-vidéki komplex fejlesztés keretében kell találni oly módon, hogy az meg rizze, s t lehet leg növelje az árvízi biztonságot és az érintett terület ökológiai potenciálját, biztosítsa a biológiai sokféleség fennmaradását.

Fenntartható árvízvédelem

„Kevés olyan hely van a világon, ahol súlyos következményekkel fenyeget árvíz, belvíz és aszály egyaránt el fordulhat. A Kárpát-medence, s ezen belül különösen a Tisza-völgy magyarországi része, ilyen hely. Az árvíz, a belvíz és az aszály minél jobb megismerése és el rejelzése rendkívül fontos az egész társadalom és a gazdaság számára. Bekövetkezésükre föl kell készülni, adott esetben védekezni kell ellenük, illetve amennyire lehet, alkalmazkodni kell hozzájuk.” (Pálfi 2004)

Amikor egy olyan természeti környezetben kell élni, tevékenykedni, tervezni, ahol sokféle, akár éven, vagy rövid id szakon, vagy hosszú id távon belül változó feltételrendszerrel kell megküzdeni, akkor egyértelmű, hogy csak olyan létesítményeknek és olyan gondolkodásmódnak van létjogosultsága, amit komplexumként lehet jellemezni. A helytelen gyakorlat szerint ár- és belvízi helyzetben a vízkárelhárítási létesítményeinkre fordítják az er forrásokat, majd félbehagyják a megkezdett beavatkozásokat és a fenntartásra sem áll elegend forrás rendelkezésre. Aztán aszályos id szak következik, és vízpótló-, elosztó létesítmények kerülnek a figyelem középpontjába, és ezeken végzik a beavatkozásokat, de amikor ismét vízb id szak jön, ezek is félbe maradnak anyagi lehet ségek hiányában. Így mire szükség lesz rájuk, azok is lepusztulnak. Ennek következtében folyamatosan egy félig lepusztult m szaki környezetben kell élni, mert soha nincs arra pénz, er forrás, hogy minden külön célú létesítményt megfelelő szinten fenntartsunk, üzemeltessünk, fejlesszünk. Ez magában foglalja a megoldást is, ami a komplex szóval jellemezhető. Olyan létesítményeket vagy létesítmény együttest kell létrehozni, ami megfelelő üzemeltetéssel minél több célra, egyidejűleg alkalmas. Meg kell tehát próbálnunk komplex és integrált fejlesztéseket végrehajtani az adott körülmények között. Ez a magyarországi vízgazdálkodás sikerének kulcsa.

Árvízvédelemre lefordítva az el bbi gondolatokat: az árvízvédelem akkor lesz fenntartható, ha nem az események követésére rendezkedik be, nem a védekezés, helyreállítás ciklusában gondolkodik. Hanem olyan rendszert hoz létre, ami képes megfelelő en reagálni változó kihívásokra. A rendszerben csak egy részét alkotják a m szaki létesítmények, a másik, és talán a fontosabb részét a rendszert kezel és üzemeltet szervezet. A szervezet felépítésének tükröznie kell a vízgazdálkodás-vízkárelhárítás komplexitását, aminek Magyarországon nagy hagyományai vannak. A magyar vízügyi szervezet két szervezeti felépítéssel rendelkezik: eggyel a normál id szakra és eggyel az árvízi (vízkárelhárítási) id szakra. Ez azt jelenti, hogy minden embernek két beosztása van, ami nem feltétlenül egyezik meg sem területileg sem

beosztásban. A védekezési szervezeti felosztás alapja a védelmi szakasz, ami a XIX. századi alapokon még mindig nagyjából egy napi járóföldet jelentve átlagosan 40-50 km. Minden szakasz rendelkezik szakmai és vezetési jogosítványokkal ellátott személyzettel, aminek vezet je önálló tevékenységre is alkalmas. A védekezési beosztás a szakmai képzettség mellett értelemszerű en els sorban tapasztalatot és területismeretet igényel, míg a normál szakmai feladatok jobban függenek az alap végzettségtől. Ez a rendszer biztosítja a kihívásokra való rugalmas reagálást. A rendszer statikus elemeinek képességeit értelemszerű en azok ismerik legjobban, akik folyamatosan kezelik azt.

A komplexitást azonban a létesítmény együttesben is le kell követni. A Tisza menti árvízvédelmi koncepció jó példája mindennek. A gátak (f védvonalak) el írás szerinti kiépítése mellett a rendszer része az árvízcsúcs csökkent tározók hálózata, és gátak közötti nagyvízi meder lefolyási viszonyainak meg rzése, illetve javítása is hangsúlyos része a biztonságnak. A gondolkodásba és az el írásokba már beépült, hogy nem a gátak folyamatos emelése a cél, hanem véd m vek építése mellett azokat a beavatkozásokat is el kell végezni, melyek az árvízszintek csökkentését okozzák. Árvíz alatt erre a zöld tározóként létez árvízcsúcs csökkent tározók adnak lehet séget, a megelő z id szakban pedig nagyvízi meder kezelési tervekben foglaltak végrehajtása.

A rendszer m kódását széles kör terv állomány biztosítja. A fejlesztések, fenntartások és a védekezési id szak külön tervrendszer kezeli. A fejlesztéseket a kockázatkezelési tervek, a fenntartást és a felkészülést intézkedési tervek, míg a védekezési id szakot a különféle részletezettség védelmi tervek, er forrás kezelési tervek, lokalizációs tervek segítik.

A teljes rendszer minden sszel felülvizsgálatra kerül, amit egy rövid- és középtávú intézkedési terv zár le.

MAGYARORSZÁG ÁRVÍZVÉDELMI STRATÉGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE

A fejlesztések akkor lesznek gazdaságosak, ha a biztonságot a területhez – a lakossághoz, a védett vagyoni értékekhez, a mez gazdasági területek lehet ségeihez – alkalmazkodva, differenciáltan alkalmazzuk. Ebbe az irányba indult el a magyar vízgazdálkodás. Magyarország területére elkészültek azok a veszély és kockázati térképek, amelyek lehet vé teszik a mérlegelést, a hagyományos és új megoldások differenciált és gazdaságos kivitelezését, az adaptív, az alkalmazkodó vízgazdálkodás megvalósítását.

A helytelen területhasználat miatt azzal a jelenséggel kell szembenéznünk, hogy az utóbbi 40 évben, feler sítve a klímaváltozás hatásait, árvízszintjeink átlagosan több mint egy méterrel n ttek. N tt a veszélyeztetettség, n ttek a kiszámíthatatlan védelmi feladatok és a kiadások. Ma már nyilvánvalóvá vált, hogy csak véd m vekkel küzdeni az árvizek ellen nem lehet. Kockázatmegelő z védelemre van szükség, de nemcsak az árvíz, hanem a belvízvédelem és az aszálykár elhárítás területén is. Az Európai Unió által is el írt vízgy jt -gazdálkodási tervezéssel párhuzamosan megszületett a Kvassay Jen Terv

(KJT) a magyar vízgazdálkodás átfogó stratégiája. (A KJT elkészítését az 1432/2012. (X. 9.) Korm. határozat rendelte el. A KJT els változata megtalálható az OVF honlapján a alábbi internetes címen, és a dokumentumok letölthet k róla: <https://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=143>). A stratégia a szakmai feladatokon túl megfogalmazza azokat a feladatokat is, amelyek a vízgazdálkodás társadalmi támogatottságához szükségesek. A támogatáshoz szükség van a társadalom elismerésére, arra a bizalomra, hogy a vízügyi szakemberek magas szakmai színvonalon, és a kor tudásának megfelel eszközökkel hajtják végre feladataikat. Ezért a stratégia hangsúlyos feladatokat fogalmaz meg az oktatás, a továbbképzés, valamint a tudomány területén is.

ÖSSZEFOGLALÓ

Mi emberek a kiszámíthatóságot, a tervezhet séget, a biztonságot szeretjük. Azt akarjuk, ne legyenek a mindennapi életünket, a m kódésünket zavaró árvizek, ne hiányozzon a csapból az ivóvíz, ne legyen aszály. Azonban a természet nem állandó, önmagában is változik, és ehhez alkalmazkodnunk kell. Az el rejelzett és már tapasztalható klímaváltozás a természet széls ségeit pedig tovább növeli. Ha vízbiztonságunkat fenn akarjuk tartani, egyrészt jobban kell alkalmazkodnunk a változásokhoz, másrészt pedig olyan rendszereket kell kifejlesztenünk, amelyek mindennapi életünkben csökkentik a széls séges hatásokat, amelyek egyre gyakrabban jelentkeznek.

A nemzetközileg is aktív magyar vízügyi ágazat történelmi hagyományaira és tudásanyagára alapozva jelenleg újítja meg szerkezetét. A környezet megóvása és a lakossági igények kielégítése folyton változó kihívások elé állítják a vízügyi szakmát. A vízgazdálkodás feladata, hogy a XXI. század eszközeivel segítse az alkalmazkodást, csökkentve a széls séges jelenségek káros hatásait, miközben kiegyensúlyozottan tudja biztosítani a társadalom számára nélkülözhetetlen vizet térben és id ben, ahol és amikor szükség van rá.

IRODALOM

Alföldi L. (2013). Beszéljünk a Tiszáról. *Hidrológiai Közöny*, 93. évf. 4. szám, pp.21-31.

Bodnár G., Fazekas L., Illés L., Kerti A., Pesel A., Bálint Z., Horváth G., Konecsny K. (2004). A 2001 márciusi fels -tiszai árvíz. Nyíregyháza.

Dunka S., Fejér L., Vágás I. (1996). A veritékes honfoglalás. Budapest, KHVM, OVF

Ihrig D. (1970). Tiszavölgyi árvíz. *Vízügyi Közlemények*, 1971. 3. füzet

Illés L., Konecsny K., Kovács S., Szlávik L. (2003). Az 1998. novemberi árhullám hidrológiája. *Vízügyi Közlemények*, Különszám 2003. I. kötet, pp. 47-76.

Illés L., Dubljak V. D. (2012). A Fels -tiszai határszakasz (Huszt – Dombrád) mértékadó árvízszintjére vonatkozó magyar-ukrán közös szakért i javaslat. Nyíregyháza.

Józsa J. (témavezet), Katona J., Kovács S., Krámer T., Szilágyi J. (2014). A mértékadó árvízszintek országos felülvizsgálata - zárójelentés, Budapest, BME.

Károlyi Zs., Nemes G. (1975). A rendszeres szabályozás kora (1846-1944). *Vízügyi Történeti Füzetek* 1975., 9.

Kovács S. (2000). A 2000. évi március-május havi árvíz hidrológiai értékelése. A magyar MILLENNIUMI emlékévk – a Tisza-völgy rendezése konferencia, Tiszadob, 2000. augusztus 26-26., pp. 93-109.

Kovács S. (2012). Tisza-völgy hidrológiai sajátosságai, a folyó hidrodinamikai modellezése, *M szaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban*, Szolnok, 2012. május 10.

Nagy I. (2012). Az Alföld vízgondjainak kezelése. *Hidrológiai Közöny* 92. évf. 3. szám, pp. 15-22.

Nagy I. (2013). Javaslatok a magyar árvízvédelem megújításához. *Hidrológiai Közöny* 93. évf. 1. szám, pp. 15-23.

Neppel F., Domogyi S., Domokos M. (1999). A Duna és vízgy jt jének svízrajza. *Vízügyi Közlemények* 1999., 3. füzet, pp. 499-514.

Pálfai I. (2004). Belvizek és aszályok Magyarországon, *Hidrológiai tanulmányok*.

Rónai A. (2003). A Tisza geológiája. *Hidrológiai Tá-jékoztató*, 2003., 42-45.

Szigyártó Z. (2015). A Tisza nagyvízi vízjárása a múlt század elejét l napjainkig. *Hidrológiai Közöny*, Budapest, 95. évf. 4 sz. pp. 19-20.

Szlávik Lajos (2003). A 2001. évi fels -tiszai árvíz kialakulása és hidrológiai sajátosságai. *Vízügyi Közlemények* 2003. különszám, III. kötet, pp. 13-34.

Szlávik Lajos (2013). Szembenézünk az árvizekkel. A 2013. évi árvizek és belvizek krónikája. Budapest.

Tellyesniczky J. (1923). A Tiszavölgy árvizei és ármentesítése. *Vízügyi Közlemények*, 1923. január-június, pp. 10-20.

Vágás István (1982). A Tisza árvizei. *Vízügyi Dokumentációs és Továbbképz Intézet*

Váradi József (2003). A XXI. század vízgazdálkodási kihívásai, különös tekintettel a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztésére. Árvízkezelés kihívásai a XXI. században, Holland-Magyar workshop kiadványa, 2003. október 2-4.

Zawadowski Alfréd (1891) Magyarország vizeinek statisztikája. 1–2., Országos Magyar Királyi Statisztikai Hivatal, Budapest.

OVF (2016a). „A mi vízügyünk – vízgazdálkodás a XXI. században” – OVF kiadvány.

OVF (2016b). <http://www.ovf.hu/hu/erdekesssegek/az1956evidunaijegesarvizevforduloja>

VITUKI (1976). Hidrológiai alapok a magyarországi folyók mértékadó árvizeinek meghatározásához. 4. Hidrológiai statisztikai vizsgálatok. (Témafelel s: dr. Csoma János és dr. Szigyártó Zoltán.) Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet, Budapest

A SZERZ K

KOVÁCS SÁNDOR A Leningrádi (Szentpétervári) Hidrometeorológiai M szaki Egyetemen (LGMI) szerzett hidrológus diplomát. 1978 óta a KÖTIVIZIG dolgozója. Jelenleg a vízrajzi osztály vezetője. 1983-1987 között MTA ösztöndíjas az LGMI-en, 1987 m szaki tudomány kandidátusa címet szerzett. 2010 óta a Tisza-völgy egységes hidrodinamikai modellezés koordinátora.

LOVAS ATTILA 1986-ban általános és mez gazdasági vízgazdálkodási mérnök oklevelet szerzett a Pollák Mihály M szaki F iskolán. 1986 óta a KÖTIVIZIG dolgozója. 1990-ben okle-

veles marketingkommunikációs szaküzemgazdász diplomát kapott a Szolnoki F iskolán. 1994-ben okleveles épít mérnöki diplomát kapott a Budapesti M szaki Egyetemen. 2009-től a KÖTIVIZIG igazgatója.

GOMBÁS KÁROLY 2006-ban kapott okleveles épít mérnök diplomát a Budapesti M szaki Egyetemen. Diplomamunkáját Finnországban írta 2D hordalékmozgás modellezése témában. 2006 óta az ÉDUVIZIG dolgozója, az árvízvédelmi és folyógazdálkodási osztályon osztályvezető-helyettes, nemzetközi szinten az ICPDR Árvízvédelmi Szakértői Csoportjának (FP-EG) elnöki pozícióját tölti be. Az Európai Bizottság Árvízvédelmi munkacsoportjának munkájában (WG-F) magyar delegáltként vesz részt.

Alapadatok az árvízi szükségtározók hidrológiai méretezéséhez és méreteik ellen rzéséhez

Szigyártó Zoltán

Vasdiplomás mérnök, a Magyar Tudományos Akadémia doktora, címzetes egyetemi tanár. (prof.szigyarto@t-online.hu)

Kivonat

A nemrég publikált tanulmányunk bemutatta az árvízi szükségtározók vízszinttartó üzemét. Ezt követ en közre adtuk az így üzemeltetett tározók hidrológiai tervezésének és méreteik ellen rzésének az új módszerét, amelyre alapozva megállapítható, hogy mekkora kell legyen a tározó térfogata és vízkivételének vízszállító képessége ahhoz, hogy vízszinttartó üzem esetén az elmúlt, mintegy 50 évben számottev en megemelkedett 1%-os árvízszint ismét megegyezzen a mintegy 50 évvel korábbi 1%-os árvízszint magasságával. E két tanulmányhoz csatlakozva ez a tanulmány bemutatja, hogy a Tisza mentén az ilyen munkához milyen alapadatokat (éves legnagyobb jégmentes vízállásokat) lehet felhasználni, s az ennek megfelelő en elvégzett vizsgálatok a következő eredményre vezetnek:

Ma és a mától számított mintegy 40-50 éven belül a munkát mindig az 1962-t l kezd d és az el irányzott meder rekonstrukció közötti id szakra vonatkozó NV adatok felhasználásával kell elvégezni.

Ha a szükségtározó szelvénye felett és alatt lev , vízállás- és vízhozamnyilvántartással rendelkező vízmércénél jelentkező NV értéket ugyanaz az árhullám idézte el , a tározó szelvényére érvényes alapadatokat nempermanens számítással, az ismert módon kell kiszámítani. Ellenkező esetben pedig a tározóra vonatkozó alapadatokat (jobb híján) a két vízmérce és a tározó vízkivételének a szelvénytávolságát felhasználva, lineáris interpolálással kell meghatározni.

Végül egy szükségtározó által már módosított árhullám adatait az alatta lev tározó méretezéséhez vagy ellen rzéséhez felhasználni nem lehet. Ezért ezeket a tervezés vagy ellen rzés során nem szabad figyelembe venni.

Kulcsszavak

Tisza, ármentesítés, árvízi szükségtározók, ellen rzés, hidrológiai méretezés, nagyvíz, NV, tározó térfogat, vízszinttartó üzem, vízkivétel, vízszállítás.

Basic data for hydrological sizing and verifying flood emergency reservoirs

Abstract

One of our publications issued not long ago presented operation of reservoirs working with flood wave control. Following this article a new method for hydrological design of this kind of reservoirs was published. Which offers possibility of computation by that way application of reservoir capacity and that of intake discharge received allow that 1% of flood gauge should be the same, which was 50 years ago, when its value was significantly smaller. At last this publication following the formerly mentioned two ones determines which data of yearly maximum stages (YMS) should be used to get appropriate basic data for design and supervision work of reservoirs controlled by flood level along the Tisza River. Investigations referring to these aims yielded the following results:

Within the following 40-50 years from the present design and supervision work of reservoirs controlled by flood level should be made using YMS data observed from year 1962 to the beginning of renovation of the river bed set aside.

If the same flood wave creates yearly maximum data (as basic data) at a gauging station having both rows of observed water levels and that of daily discharges, and situated beyond and beneath the section of intake for a flood control reservoir, basic data for section of intake should be determined by a customary nonpermanent computation. In centrally case basic data for reservoir should be computed (almost) with linear interpolation based on the distance of the gauging stations and that of inlet for flood control reservoir.

At last number of YMS data originated from flood waves altered by reservoirs controlled with flood level can't be used for mathematical statistical analysis. Consequently, these data must be neglected when a task is to size and to supervise these reservoirs.

Keywords

Tisza, discharge, flood control, flood control reservoir, hydrological sizing, intake, operation controlled by water level, reservoir capacity, yearly stage maximum (YSM), control.

EL ZMÉNYEK ÉS A TANULMÁNY CÉLJA

Egyik nemrég publikált tanulmányunk az árvízi szükségtározók vízszinttartó üzemével kapcsolatban (Szigyártó 2005) összefoglalta mindazokat az ismereteket, melyek indokolják ennek gyakorlati bevezetését (Szigyártó 2015/a). Ezt követ en ugyancsak közre adtuk az árvízi szükségtározók hidrológiai tervezésével (térfogatának és vízkivételük vízszállító képességének a meghatározásával) foglalkozó tanulmányunkat (Szigyártó 2015/b), amely - a vízszinttartó üzemeltetést véve alapul - bemutatja, hogy miként lehet e méreteket úgy meghatározni, hogy a szükségtározó megépítése után a vízszinttartás szelvényében az 1%-os árvízszint ismét azonos legyen - a továbbiakban MÁSZ(1997)-tel jelölt - 1997. évi mértékadó árvízszinttel (KHVM 1997).

Ezek mellett azonban azért, hogy e szükségtározók hidrológiai méretezését vagy méreteik ellen rzését a gyakorlatban megfelelő színvonalon el lehessen végezni, a felhasználható alapadatokkal kapcsolatban következő tisztázására van még szükség:

1) Melyik az az id szak, vagy melyek azok az id szakok, amelyekben belül az észlelt éves legnagyobb jégmentes vízállások, a nagyvíz (a továbbiakban NV) különböző adatai a méretezésre felhasználhatók?

2) Ezen, avagy ezeken az id szakokon belül hogyan határozzuk meg a felhasználható NV adatsorokat akkor, ha a tározó vízszinttartásra el irányzott szelvénye nem egyezik meg valamelyik vízállás és vízho-

zam id sorokkal rendelkező vízrajzi állomás szelvényével?

- J) Valamely szükségtározó méretezéséhez vagy ellen rzéséhez számított alapadatok matematikai statisztikai feldolgozására milyen hatással van az, hogy a folyó mentén az NV vízjárását a felette beépített árvízi szükségtározók id nként befolyásolhatják?

A MÉRETEZÉSHEZ ÉS A MÉRTEK ELLEN RZÉSÉHEZ HASZNÁLHATÓ ADATOK

A használható adatokat tartalmazó id szakok

Azt tudjuk, hogy a széles körben használt matematikai statisztikai vizsgálatokhoz homogén (egyöntetű) adatsorokra van szükség. A korábban elvégzett vizsgálatok (Szigyártó 2015/c) pedig feltárták azt, hogy az árvízi szükségtározók hidrológiai méretezéséhez (Szigyártó 2015/b) szükséges NV id sorok adatai 1962-től kezdve mind a mai napig az ennek megfelelően megnövekedett középérték körül ingadoznak. Ami aztán a jövőt illeti, várható, hogy ez az ingadozás ezen a megemelkedett magasabb szinten egy darabig még folytatódni fog. Más oldalról meg bizonyos, hogy amint végrehajtják a nagyvízi meder már régóta el irányzott rendezését és folyamatos karbantartását, NV értékei ismét egy valamilyen alacsonyabb szinten fognak ingadozni.

Mindebből az következik, hogy ha ma, vagy az el irányzott mederrendezés kezdetének id pontjáig kell valamelyik árvízi szükségtározót méretezni, vagy méreteit ellen rízni, úgy erre csakis az 1962-től a mederrendezés kezdetének az id pontjáig tartó NV id sorok használhatók fel. Így van ez két okból is. Egyrészt azért, mert az e célra megfelelő adatsorokból számítható eredmények megbízhatósága az adatsorok hosszának a négyzetgyökével arányos, s így az 1962-vel kezdődő (több mint 50 éves) id sorok elegendő hosszúak ahhoz, hogy ezek alapján a méretezés már megbízható eredményre vezessen. Másrészt azért, mert az 1962 előtti id sor adatai a jelenleg érvényes adatoktól számottevően eltérnek, s ezeket kell megbízhatósággal (bizonyos feltevések nélkül) a jelenlegi id szakra érvényes adatokra átszámítani nem lehet.

Felmerül azonban az a kérdés is, hogy mitevők legyenek akkor, ha a méretezést vagy a méretek ellen rzését már az említett mederrendezés befejezését követően kell elvégezni? Ami aztán bizonyos, hogy ha minden jól megy, e munka elvégzésével még ekkor is jó sokáig – a matematikai statisztikában ökölszabályát alapul véve legalább 30 évig – kellene várakozni annak érdekében, hogy a megváltozott adottságokhoz igazodó, kellően megbízható adatsorok ismét rendelkezésre álljanak. Nem beszélve arról, hogy el fordulhat az is, hogy nem megy minden jól. Így például meglehet sen hosszú id re lesz szükség ahhoz, hogy a nagyvízi vízjárás igazodjék az egyébként sem egyik pillanatról a másikig végrehajtható mederrendezés eredményéhez, vagy az id el rehaladtával, el re nem látható módon, egyszer csak ismét megváltozik az a szint, amely körül az NV adatai ingadoznak.

Mindez azt jelenti, hogy a mederrendezés megindulásától kezdve a tervezők számára igen hosszún ideig nem állnak majd rendelkezésre olyan adatsorok, amelyek

emellett, hogy a megváltozott mederadottsághoz jól igazodnak, még elegendő hosszúak is ahhoz, hogy kielégítsék a matematikai statisztikában az alapadatok szükséges számával szemben támasztott követelményeket. Ebben az esetben tehát egyedüli lehetőségként csak az marad, hogy a tervezéshez, a méretek ellen rzéséhez a mederrendezés előtti adatsorokat vegyék alapul. Ami ugyan kedvezőtlen, de legalább még egy jó darabig nem elfogadhatatlan körülmény. Ilyen esetben ugyanis a meder rendezésének eredményeként annak vízszállítóképessége meg fog növekedni, s így az 1%-os árvízszint magassága valamilyen nyíval le fog csökkenni, tehát közelebb kerül a tározó méretezése során a vízszinttartás szintjéül elfogadott 1997. évi mértékadó árvízszinthez (KHVM 1997, Szigyártó 2015/b). Ami nyilván azt jelenti, hogy a vízszintek előálló csökkenése miatt az árvízi szükségtározóba a hidrológiai méretezés, vagy méreteik ellen rzése során kapott vízhozamnál kevesebbet kell majd bevezetni. Vagyis a vizsgált tározó a szükségeshez képest túl lesz méretezve. Másképpen fogalmazva, ez esetben a nagyvízi mederben bekövetkező vízszintcsökkenés figyelmen kívül hagyása majd még jó ideig a biztonság javára szolgál.

A vízszinttartás szelvényére érvényes adatok meghatározása

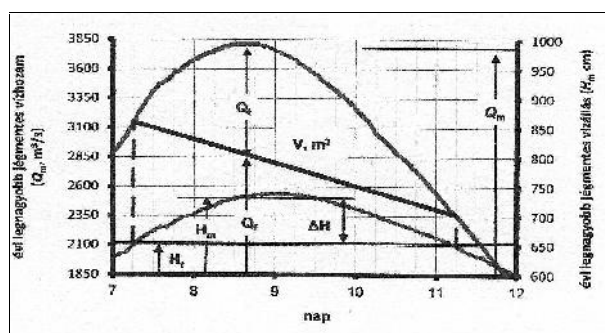
Az árvízi szükségtározók hidrológiai méretezésével foglalkozó tanulmányunk szerint (Szigyártó 2015/b) ahhoz, hogy a szükségtározó szükséges méretét és vízkivételének a szükséges vízszállítóképességét meghatározzuk, elengedhetetlenül szükség van a vízszinttartás szelvényére érvényes vízállások és vízhozamok megfelelő hosszúságú, egyöntetű adatsorára. Ehhez kapcsolódva előzőekben már megállapítottuk, hogy a Tisza mentén méretezés céljára még hosszú ideig az 1962-től kezdődő id sorokat kell felhasználni. Most arra tekintettel, hogy a szükségtározók vízszinttartásának a szelvénye ma nem azonos, illetve várhatólag soha sem lesz azonos valamelyik – egyébként a méretezés során használható – vízmérce szelvényével, foglalkozunk azzal, hogy a vízhozamnyilvántartással is rendelkező vízmérce-állomások adataiból (1. táblázat) miként célszerű a vízszinttartás szelvényére érvényes id sorokat meghatározni.

Lényegét tekintve ez aztán az a kérdés, amelyre a tározók méretezésével foglalkozva már korábban is ki kellett térnünk (Szigyártó 2015/b). Akkor azt javasoltuk, hogy a méretezést a vízszinttartás alatti és feletti, erre alkalmas két vízmérce-szelvényre elvégezve, a vízszinttartás szelvényére érvényes eredményeket a két vízmérce-állomásra meghatározott eredményekből kiindulva határozzuk meg. Most utólag viszont mégis csak meg kell állapítsuk, hogy ez a megoldás meglehetősen önkényes. Emellett pedig kétség kívül jó lenne elérni azt, hogy egyetlen tározó méretezését, vagy méreteinek ellen rzését ne két másik (meg nem valósuló) szükségtározó méretezésének az eredményére támaszkodva kelljen meghatározni. Így jutottunk arra a megállapításra, hogy – annak érdekében, hogy a vizsgálatot csak egyszer kelljen elvégezni, és hogy a végeredmény minél megbízhatóbb legyen – a tervezés, az ellen rzés kiinduló adatait, azaz a vízszinttartás szelvényére érvényes NV adatokat célszerű a következő megfontolással kiszámítani.

1. táblázat. A szükségtározók méretezéséhez és ellen rzéséhez rendelkezésre álló napi vízhozamok
Table 1. Daily discharges which available for sizing and supervision of flood control reservoirs

Vízhozamnyilvántartó állomás	fkm	vízhozam id tól	sor ig	Megjegyzés	Rendelkezésre áll tól	ig
Tiszabecs	744,30	1947	2015		1962	2015
Tivadar	705,70	1947	2015		1962	2015
Vásárosnamény	684,45	1947	2015		1962	2015
Záhony	627,80	1947	2015		1962	2015
Dombrád	593,08	2001	2015		2001	2015
Tiszadob	500,20	1989 2001 2012	2000 2011 2014	Kevésbé megbízható Kevésbé megbízható	1962 2001 2012	2000 2011 2014
Tiszapalkonya	484,70	1960 1996	2000 2015	Kevésbé megbízható	1962 2001	2000 2015
Kisköre alsó	403,10	ápr.'73 1998 2000 2001	1997 1999 2000 2015	Kevésbé megbízható Nincs adat	1973 ápr. 1998 2000 hiányzik 2001	1997 1999 2000 hiányzik 2015
Szolnok	334,60	1960 1995 1998 2000 2001	1994 1997 1999 2000 2015	Kevésbé megbízható Kevésbé megbízható Nincs adat	1962 1995 1998 2000 2001	1994 1997 1999 nincs 2015

Az nyilvánvaló, hogy az év legnagyobb jégmentes vízállása az egymásután következő vízmércék szelvényében nem származnak szükségképpen azonos árhullámból; annak ellenére, hogy általában mégis csak ez a helyzet. Következésképpen: vannak olyan évek, amikor a szomszédos NV adatok között egyértelmű hidraulikai kapcsolat van, míg lehetnek olyanok is, amikor ilyen kapcsolat szükségképpen nincsen. Mivel pedig célszerű mindig a legmegbízhatóbb utat követni, abban az esetben, ha a tározó vízkivételének szelvénye nem azonos valamelyik vízállás- és vízhozam-nyilvántartással rendelkező vízmércéállomás szelvényével az ilyen esetben követendő út csak a következő lehet: Ha valamelyik évben a szükségtározó szelvénye felett és alatt levő, erre használható vízmércénél jelentősen NV értéket ugyanaz az árhullám idézte elő, a tározó szelvényére érvényes alapadatokat az ismert módon, nempermanens számítással kell meghatározni. Ellenkező esetben pedig a tározóra vonatkozó alapadatokat a két vízmérce és a tározó vízkivételének a szelvénytávolságát felhasználva, jobb híján lineáris interpolálással kell meghatározni.



1. ábra. Vízszinttartás esetén az évi legnagyobb jégmentes árhullámok levonulása során kialakuló és a méretezés, ellen rzés alapját képező vízállások, vízhozamok és a tározóba bevezetett árhullámtérfogat értelmezése

Figure 1. Explanation of stages, discharges, and flood wave volumes entering to the reservoir, referring to the flows of yearly ice free maximum stages and composing base of sizing and controlling

Ehhez kapcsolódva és az 1. ábrát szem előtt tartva, szólni kell végül arról is, hogy ha a számítógépen az így meghatározott vízállás- és vízhozam-id sorok már rendelkezésre állnak, úgy ezekből (a tervezés következő lépéseként) minden vizsgált árhullám esetén igen egyszerűen meghatározható az a két időpont is, amikor az áradó árhullám vízállása a tartott szintet átlépi, illetve amikor az árhullám apadó ága a tartandó szintet újból metszi.

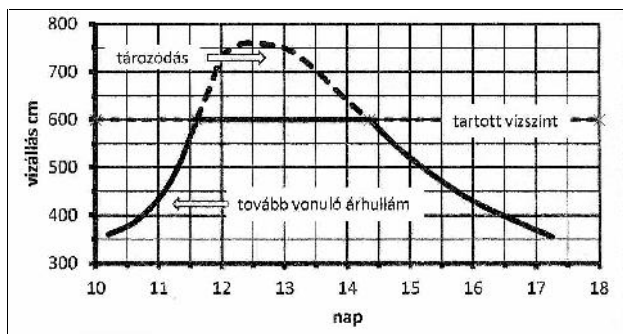
Továbbá természetesen meghatározható az ennek a két időpontnak megfelelő vízhozam is. Így behúzva a két vízhozam érték összekötő ferde egyenest, s feltüntetve a tartott vízszint magasságát, meghatározható a további vizsgálatok alapját képező, 1. ábra szerinti Q_t , Q_f és V , majd a H_t , H_m és H értékek is.

A felette levő többi árvízi szükségtározó üzemelésének hatása a méretezés vagy ellen rzés alapadataira

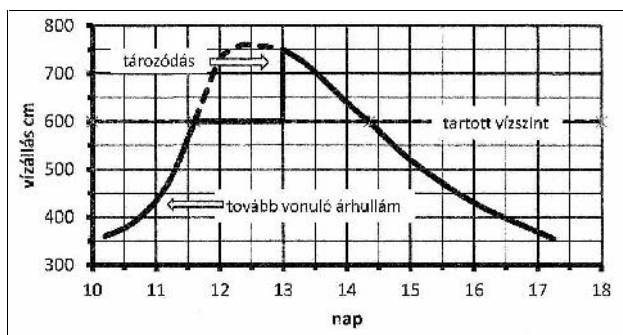
Ahhoz, hogy a szóban forgó hatással kapcsolatban állást lehessen foglalni, gondolnunk kell arra, hogy a méretezés közvetlen célja a 1997-ben közzétett mértékadó árvízszint tartása mellett (KHVM 1997), az évi legnagyobb jégmentes vízállás (NV) jelentkezését okozó árhullámok adatait felhasználva a tartott vízállás, a tározóba vezetett maximális vízhozam, továbbá az ugyanekkor a tározóba jutó vízmennyiség 1%-os értéknek a meghatározása. Ennek érdekében pedig a tennivaló a következő (Szigyártó 2015/b):

Első lépéseként az évről évre más és más értéket felvevő (véletlen jelleggel ingadozó) NV célszerűen felvett felső tartományát, egymáshoz csatlakozó, azonos szélességű és mintegy 20 cm magasságú sávokra kell bontani.

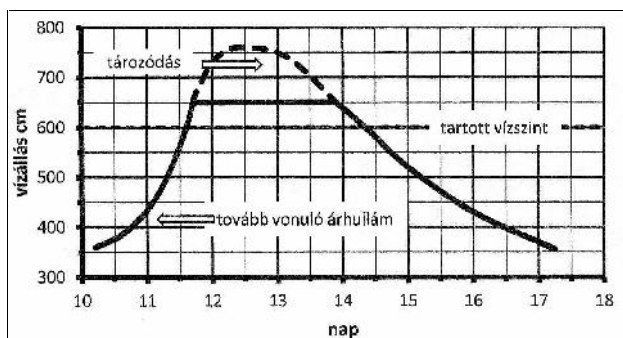
Ezt követően az NV előfordulását előidéző árhullámok adatait felhasználva minden NV értékhez ki kell számítani a tározóba vezetendő, ugyancsak véletlen jelleggel ingadozó maximális vízhozamot és az árhullám levonulása során a tározóba vezetendő, ugyancsak valószínűségi változóként viselkedő vízmennyiséget.



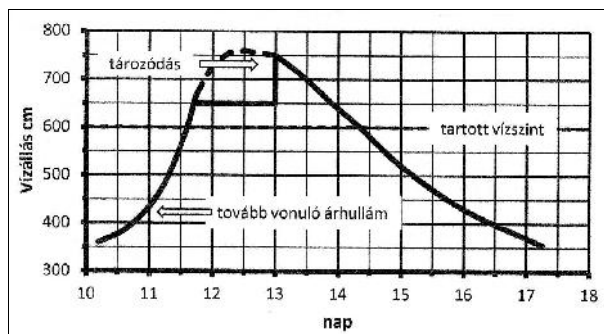
2. ábra. Egy üzemel árvízi szükségtározó által módosított természetes árhullám vízállásának alakulása közvetlenül a vízkivétel alatt abban az esetben, ha mind a tározótérfogat, mind vízkivétel vízszállítása eléri a szükséges méretet
Figure 2. Conformations of gauges of a natural flood wave tampered with an operation of a flood reservoir controlled by flood level, directly beneath the intake of the reservoir, furthermore both storage capacity and discharge of the reservoir intake achieve the necessary



3. ábra. Egy üzemel árvízi szükségtározó által módosított természetes árhullám vízállásának alakulása közvetlenül a tározó vízkivétele alatt, amennyiben a tározó térfogata nem éri el a szükséges nagyságot
Figure 3. Conformations of gauges of a natural flood wave, tampered with an operation of a flood reservoir, controlled by flood level and situated directly beneath the intake of the reservoir; furthermore storage capacity does not achieve the necessary measure



4. ábra. Egy üzemel árvízi szükségtározó által módosított természetes árhullám vízállásának alakulása közvetlenül a tározó vízkivétele alatt, amennyiben a vízkivétel vízszállító-képessége nem eléri a szükséges nagyságot
Figure 4. Conformations of gauges of a natural flood wave, tampered with an operation of a flood reservoir, controlled by flood level, and situated directly beneath the intake of the reservoir, furthermore discharge of the reservoir intake does not achieve the necessary measure



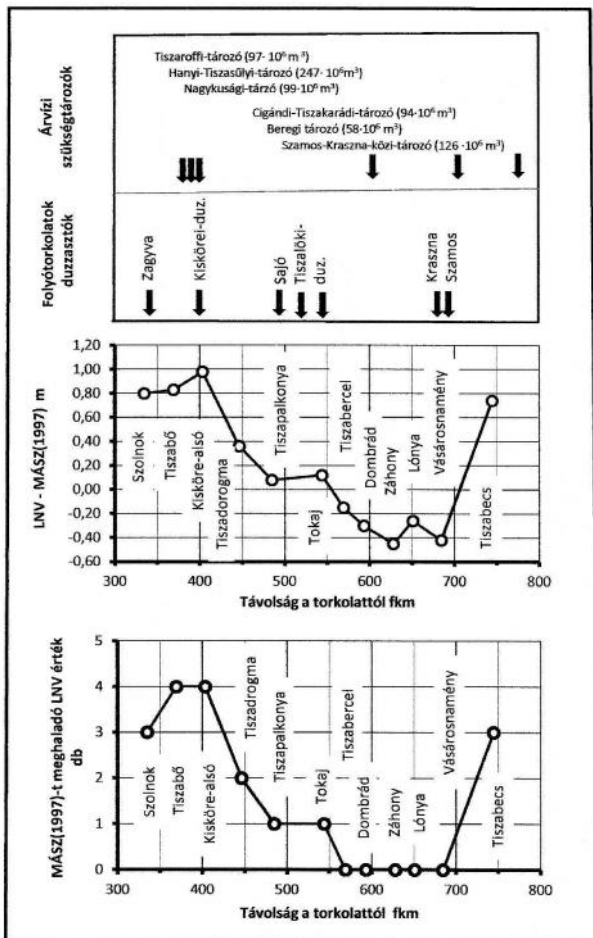
5. ábra. Egy üzemel árvízi szükségtározó által módosított természetes árhullám vízállásának alakulása közvetlenül a tározó vízkivétele alatt, amennyiben sem a tározótérfogat, sem a vízkivétel vízszállító-képessége nem éri el a szükséges nagyságot
Figure 5. Conformations of gauges of a natural flood wave, tampered with an operation of a flood reservoir, controlled by flood level and situated directly beneath the intake of the reservoir, furthermore both storage capacity and discharge of the reservoir intake do not achieve the necessary measure

Ezek birtokában minden olyan sávra, amelynél a számításokhoz elegendő adat áll rendelkezésre minden valószínűségű változóra meg kell határozni az azok eloszlására jellemző paraméterek értékét, hogy ezek felhasználásával meghatározhatjuk a tartott vízszintre érvényes paramétereket, s végül kiszámíthatjuk a keresett értékeket, e valószínűségű változók 1%-os valószínűségű értékét.

Ahhoz persze, hogy az említett matematikai statisztikai vizsgálatokat elvégezhessük, elengedhetetlen, hogy a felhasznált adatok együttese homogén, (egyöntetű) adatsort képezzen. És itt a baj! Az ugyanis már a példaként bemutatott 2-5. ábrából is kitűnik, hogy a folyók mentén, a felsőbb szakaszokon levő szükségtározók által okozott vízszintcsökkentés a tározók és vízkivételük nagyságától és az árhullámok méretétől függően a levonuló árhullámok árhullámképét számottevően módosítja.

Másképpen fogalmazva: a tározók igénybevétele nélkül és tározókat üzemeltetve kialakuló árhullámokból számítható 1. ábra szerinti paraméter értékek együttese nem képezhet egyöntetű adatsort. Mindebből pedig az következik, hogy egy szükségtározó által már módosított árhullám az alatta levő tározó szelvényéhez szükségképpen torzított árhullámképpel érkezik, és így ennek adatai nem keverhetők össze az oda vízszintcsökkentés nélkül érkező árhullámok adataival. Felmerülhet viszont az a gondolat, hogy ezeknek az adatoknak a felhasználásával szerkesszünk újabb, olyan összefüggéseket, amelyek kizárólag csak a felsőbb tározók által már lecsökkentett magasságú árhullámokra vonatkoznak. Azonban ez megkíváncsi, hogy a Tisza szükségtározókkal védett szakaszán - amint azt a 6. ábra is bemutatja - az 1962-től 2014-ig tartó több mint 50 éves időszakon belül a legmagasabbban tetőzött árhullám a tartandó MÁSZ(1997)-es szintet Szolnokon, továbbá a Tiszapalkonya és Vásárosnamény között legfeljebb háromszor, Tiszabél és Kisköre-alsónál pedig négyszer haladta meg. Tehát manapság és várhatóan még igen hosszú ideig szó sem lehet arról, hogy ilyen kevés adat birtokában matematikai statisztikai elemzéssel megbízható összefüggést lehessen elállítani. Vagyis a felsőbb

árvízi szükségtározók által már lecsökkentett magasságú NV adatok a szükségtározók matematikai statisztikai úton végzett méretezésébe, vagy méreteik ellen részébe semmiképpen sem vonhatók be.



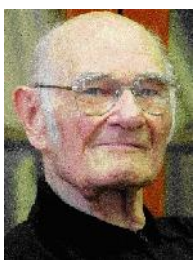
6. ábra. A Tisza menti árvízi szükségtározókkal és azok üzemeltetésével kapcsolatos fontosabb adatok

Figure 6. More important data regarding to the flood reservoirs controlled by the flood level and situated along river Tisza, furthermore regarding to the operation of those

Végül még egy megjegyzés: Az el z ek szerint egy árvízi szükségtározó méretezéséhez és méreteinek az ellen részéhez feltétlenül ismerni kell a szelvényében, a felette lev többi szükségtározó üzemeltetése nélkül el álló árhullámokat.

Ezek pedig e tározók üzemeltetése esetén általában

A SZERZ



Dr. SZIGYÁRTÓ ZOLTÁN Budapesten született 1926-ban. Középiskoláinak elvégzését követ en az akkori (budapesti) Magyar Királyi József Nádor M szaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnök és Építész-mérnöki Karának Mérnöki Osztályára iratkozott be, ahol 1950-ben szerzett mérnöki diplomát. Ezzel egyidej leg az Egyetem I. sz. Vízépítési Tanszékére kineveztek tanársegédnek. Ezt követ en 1952-ben megpályázta az aspiránsi ösztöndíját, s disszertációját megvédve 1958-ban kapta meg a m szaki tudományok kandidátusa címet. Már ezt megelő z en, 1955-ben a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetbe (VITUKI) került, ahol el ször kutatóként, majd az igazgató mellett m szaki titkárként, kés bb tudományos osztályvezetőként dolgozott. Ez idő alatt kutatóként els sorban a különböző hidrológiai problémák megoldásával foglalkozott. M szaki titkárként feladata az Intézet kutatási tevékenységének figyelemmel kísérése, ellen részése, az Intézet munkájával kapcsolatos tervek és beszámolók elkészítése. Itt szerezte meg a m szaki tudományok doktora (illetve a Magyar Tudományos Akadémia Doktora) címet is. 1986-ban ment nyugdíjba ennek az intézetnek munkatársaként, mely szervezet neve ekkor Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ (VITUKI) volt. Ezt követ en, 1992-ig, mint nyugdíjas

továbbra is a VITUKI-ban, változatlan munkakörben dolgozott, majd a vízrajzi munka fejlesztésével, a vízrajzi létesítmények tervezésével és ezek kivitelezésével kapcsolatos munkák elvégzésére két céget is alapított. Korának el rehaladtával cégeit a 2000-es évek végéig felszámolta, illetve eladta. Kutatói tevékenysége során hidrológia, hidraulika, mez gazdasági vízgazdálkodási és ármentesítési problémák megoldásával foglalkozott, illetve feladata az ide vágó valószínűség-elméleti és matematikai-statisztikai problémák megoldása volt. Az utóbbi mintegy 20 évben pedig kizárólag

nem lesznek azonosak az oda érkező árhullámokkal. Ami természetesen azt is jelenti, hogy a tározók üzembeállítását követ en tervezéshez és ellen részéhez használható árhullámok egészen biztosan csak a folyó legfels szükségtározójának a szelvényében állnak el. Ezért ha azt akarjuk, hogy a szóban forgó adatok a szükségtározók üzembeállítását követ en is, folyó minden szelvényében rendelkezésre álljanak, szükség van arra, hogy minden olyan árhullám levonulásakor, amelynél legalább egy szükségtározó üzembe állítottak, a legfels szükségtározóhoz érkező árhullámok figyelembe vételével, nempermanens számításokkal rekonstruálják azokat az árhullámokat, amelyek a folyó mentén, e tározók üzembeállítása nélkül vonultak volna le.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Vizsgálataink bemutatása után még egy kellemes kötelességünknek kell eleget tennünk. Meg kell köszönnünk kollégáinknak, dr. Váradi Józsefnek, hogy mint hosszú barátságunk során annyiszor, ez alkalommal is elvállalta, hogy a tanulmány első fogalmazványát átnézi, s figyelmünket felhívja azokra a részekre, melyek véleménye szerint még csiszolásra szorulnak; s biztosak vagyunk abban, hogy javaslatainak figyelembe vétele ez alkalommal is hozzájárult a tanulmány szerkezetének áttekinthetőbbé tételéhez, s mondanivalónk könnyebb megértéséhez.

IRODALOM

KHVM (1997). A Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium 15(1997). (IX. 19.) KHVM rendelete a folyók mértékadó árvízszintjéről.

Szigyártó Z. (2005). Eljárás árvízi vésztározók üzemeltetésére. Szabadalom. Lajstromszám: 226 392, ügyszám: P 05 00376, 2005, április 11.

Szigyártó Z. (2015a). Árvízi szükségtározók vízszinttartó üze me. Hidrológiai Közöny, Budapest, 95. évf. 1. sz. 19-25. o.

Szigyártó Z. (2015b). Módszer az árvízi szükségtározók térfogatának és vízkivételének a hidrológiai méretezéséhez. Hidrológiai Közöny, Budapest, 95. évf. 3. sz. 45-62. o.

Szigyártó Z. (2015c). A Tisza nagyvízi vízjárása a múlt század elejétől napjainkig. Hidrológiai Közöny, Budapest, 95. évf. 4. sz. 19-20. o.

a Tisza nagyvízi vízjárásával és ármentesítésével foglalkozik. Ez ideig több mint 200 tanulmánya, publicisztikáját és könyve került kiadásra. Sok elismerést és kitüntetést kapott. Így a *Magyar Hidrológiai Társaság Tiszteleti Tagja*, *Tiszteltbeli Mérnöki Kamarai Tag* és *Címzetes Egyetemi Tanár*. A többi kitüntetés közül pedig kiemelkedik a legmagasabb polgári kitüntetés, a *Magyar Érdemrend Tiszti Fokozata*, melyet 90. életévében, meghatározó jelentőségű életművéért elismeréseként kapta.

100 éve a magyar vízgazdálkodásért 1917- 2017

Magyar Hidrológiai Társaság

7th February 2017



Tapasztalatok és javaslatok az árvízi szükségtározók tervezésével és vízszinttartó üzemének a bevezetésével kapcsolatban

Szigyártó Zoltán

Vasdiplomás mérnök, a Magyar Tudományos Akadémia doktora, címzetes egyetemi tanár. (prof.szigyarto@t-online.hu)

Kivonat

Az árvízi szükségtározók 2005-ben szabadalmaztatott vízszinttartó üzemelési módja még ebben az évben ismertetésre is került abban a tanulmányban, melynek célja az els , akkora már elkészült Cigándi-Tiszakarádi tározó vízkivételi m tárgyának a tervezésével kapcsolatos tapasztalatok összegy jtése és értékelése, továbbá az ebb l adódó javaslatok összefoglalása volt. E javaslatokat azonban a további tervezések során sajnos alig vették figyelembe. Így a vízkivételeket a továbbiakban sem építették ki a szükséges vízszállító képességgel; annak ellenére, hogy az erre alkalmas tervezési módszerre a figyelmet már e tanulmány is felhívta. Ezt követ en fontos fejlemény volt az, hogy a Tiszán, 2010 nyarán levonult magas árhullám kivédésére vízszinttartó üzemeltetéssel megnyitották a tiszaroffi szükségtározót, s az így szerzett tapasztalatok minden vonatkozásban beváltották az ehhez az üzemelési módhoz f zött reményeket. Így lett aztán a gyakorlati tapasztalatokkal is megalapozva az a szándék, hogy ezt az üzemelési módot a Tiszánál és mellékfolyóinál a közel jöv ben mindenhol bevezetésre kerüljön. Id közben aztán megjelent a vízszinttartással üzemel tározók tervezésére vonatkozó, már említett eljárás ismertetése is. Ehhez kapcsolódva pedig a tanulmány hangsúlyozza, hogy ez az eljárás lehet vé teszi a már megépített tározók térfogatának és a vízkivétel vízszállításának az ellen rzését is. Továbbá lehet vé teszi azt is, hogy gazdaságossági számíttással ellen rizzék a szükségesnél kisebb vízszállító képességgel rendelkező vízkivételek átépítésének a célszerűségét is.

A tanulmány végül két javaslattal zárul. Egyrészt javasolják, hogy ha Tiszán és mellékfolyóin még a minden részletre kiterjed üzemviteli szabályzat kidolgozása közben jelentkezik egy igen magas árhullám, úgy mindegyik tározónál a szelvényére érvényes 1997. évi mértéktadó árvízszintnél 50 cm-el alacsonyabb vízszint tartására rendezkedjenek be; továbbá a tározók ennek a szintnek a meghaladásakor lépjenek üzembe. Másrészt javasolják, hogy a már megépített árvízi szükségtározóknál a vízkivétel vízszállító-képességének a megnövelésével kapcsolatos gazdaságossági számításokat mihamarabb végezzék el

Kulcsszavak

Árvízi szükségtározó, tervezés, üzem, vízszinttartás, vízkivétel, átépítés, árhullám, elöntés, kártérítés, árvízi biztonság, tározótérfo-gat, gazdaságossági számítás, vízügyi igazgatóság, javaslatok.

Experiences in connection with the design and water level keeping works of flood emergency reservoirs

Abstract

Operation reservoirs controlled by flood level and patented in 2005 was published in the same year in a study published for summation and evaluation of experiences in connection with the design of an intake for the reservoir Cigánd-Tiszakarád reached completion foremost. However, propositions given in the study were barely considered alas, in the course of further design work. By this way intakes were not built in the necessary discharge capacity afterwards as well, nevertheless attention was called by the aforementioned study as well that design method suitable for this purpose already exists. Next important event happened in summer 2010, when a very high flood wave flowed down along the River Tisza and for protection the territory flood reservoir at Tiszaroff was put into operation with flood level control, and experiences of this operation revealed the expectations in all respect. Accordingly, intention of introduction this way of operation along the River Tisza and its tributaries in the future was substantiated by the practical experiences, as well. In meantime study regarding the design method for reservoir operating with flood level control was also published. Connecting to this, the study emphasizes that this method allows of controlling capacity and intake discharge of reservoir, as well. Further on using this design method economic calculation can be used to check expediency of reconstruction of an inlet having discharge capacity smaller than it needed.

At last, the study is finished with two proposals. On one head, it is proposed that if a very high flood level comes forward along the River Tisza and its tributaries before orderly book for operation completely developed enforcement of water level control for flood reservoirs should be adopted with the following extra instructions: the so called "standard flood level" specified in 1997, minus 50 cm should be kept, and operation should be started if the increasing flood level transcends the same altitudinal level. One the second head, it is proposed that economic calculation for inlet of existing flood reservoirs should be made as soon as possible to check its capacity and to determine the expediency of reconstruction if it is smaller than it needed.

Keywords:

Flood control reservoir, design, operation, water level control, intake, reconstruction, flood wave, inundation, compensation, inundation safety, reservoir capacity, economic computation, propositions, tributary.

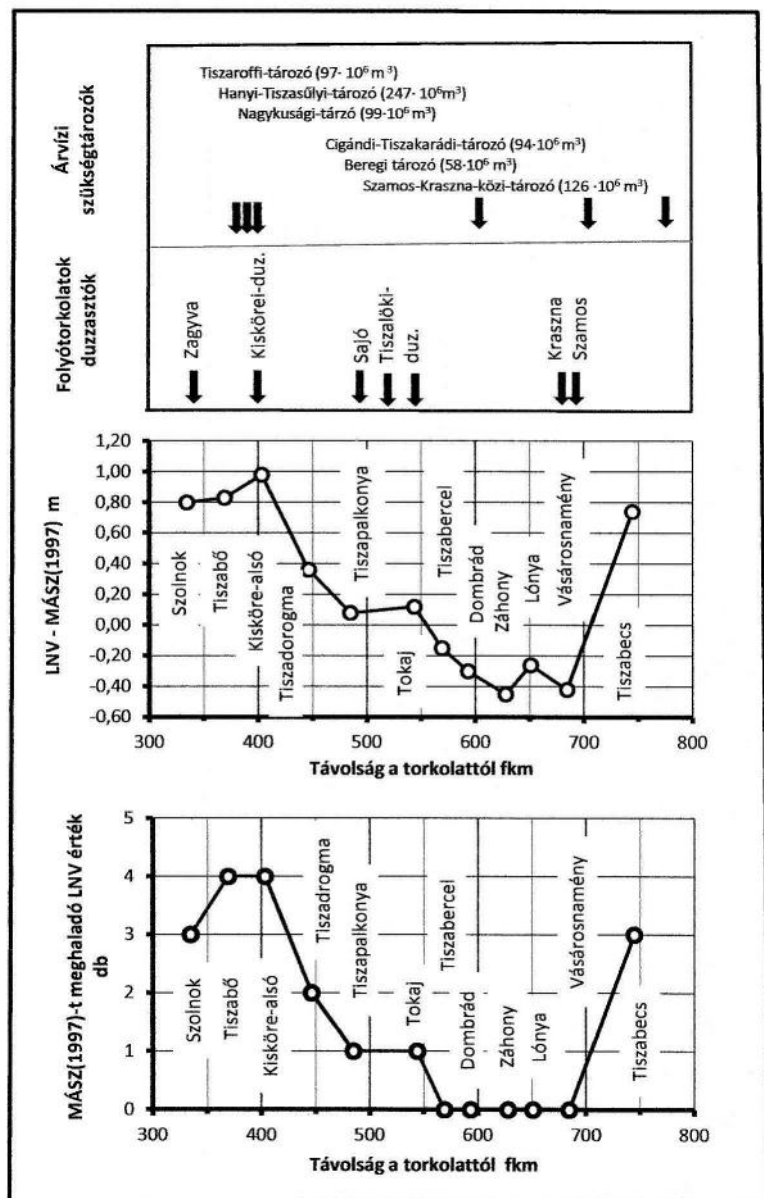
A MÁRA KIALAKULT HELYZET EL ZMÉNYEI

A Tisza mentén a XX. század utolsó évtizedében levonult, veszélyesen magas árhullámok hatására, századunk legelején, a Vásárhelyi terv továbbfejlesztése keretében indult meg az ármentesítés létesítményeinek újabb átfogó fejlesztése. E munkák eredménye lett aztán az, hogy mára

már hat árvízi szükségtározó szolgálja a Tisza árvizek szempontjából leginkább veszélyeztetett szakaszainak a védelmét (1. ábra). Ezek kialakításával kapcsolatban viszont tény, hogy amikor az els , a Cigándi-Tiszakarádi tározó tervezése, majd kivitelezése megindult, a vízszinttartó üzemnek, s az azt figyelembe vev tervezésnek még

a gondolata sem merült fel. Ugyanis a vízszinttartó üzem elírásainak a kidolgozására és szabadalmaztatására (Szigyártó 2005) csak nem sokkal azt megelőzően került sor, hogy az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (az OKTVF) megbízta dr. Váradi Józsefet, az Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet akkori vezetőjét, hogy megfelelő szakemberek bevonásával a Cigándi-Tiszakarádi tározó vízkivételi műtárgyának a tervezésével kapcsolatos ta-

pasztalatokat gyjtse össze, és elemezze. Így lehet véteve azt, hogy a vizsgálat eredményét az elírányzott többi tározó esetében már figyelembe lehessen venni. A terület szakértőiből létrehozott 11 tagú Munkabizottság dr. Váradi József vezetésével (az OKTVF által rendelkezésre bocsátott anyagok alapján) ennek megfelelően állította aztán össze azt a mintegy 150 oldalas anyagot, amelyben a vízszinttartó üzemeltetés a nyilvánosság számára először került ismertetésre (Váradi 2005).



1. ábra. A vízszinttartással üzemeltethető Tisza-menti árvízi szükségtározók fontosabb adatai
 Figure 1. More important data of reservoirs controlled by flood level along the Tisza River

Itt kell aztán elkerülhetetlenül szólni arról, hogy a Cigándi-Tiszakarádi tározót tervező VIZITREV CONSULT Kft. a munkabizottság által összeállított anyag véglegesítésére összehívott záró ülésén nem vett részt; annak ellenére, hogy az erre szóló meghívót és a megvitatásra szánt anyagot időben kézhez kapta. Ráadásul pedig igen szokatlan módon, a leghatározottabban visszautasította az anyag átnézését és véleményezését is. Bizonyára ennek lett aztán egyenes következménye, hogy a to-

vábbiak során a tervezők a munkabizottság írásba foglalt javaslatait nemigen vették figyelembe. Így, bár erre akkor már lehetőség nyílt volna, ezt a vízszinttartó üzem sajátosságaira és a matematikai statisztikai eljárásokra támaszkodó méretezési eljárást a többi, általuk tervezett tározó kialakításánál sem alkalmazták, és a tározók vízkivételének a méretezését ezt követően is valamiféle, számunka ismeretlen ökölszabályra támaszkodva végezték el. Előidézve azt, hogy így a vízkivétel kis vízszállító

képessége nem egy tározónál, éppen a legkritikusabb id ben fogja megakadályozni a kiépítet tározótér teljes feltölt dését.

E téren jelentett aztán nagy el relépést, hogy a *Közép-Tisza-Vidéki Vízügyi Igazgatóság* - részben az OKTVF ösztönzésére és vele egyeztetve - a Tiszán, 2010 nyarán levonult magas árhullám kivédése érdekében megnyitotta és vízszinttartó üzemre állította a tiszaroffi szükségátározót (*Szigyártó 2015/a*). Az itt szerzett tapasztalatok aztán mindenben alátámasztották az üzemvitelnek addig csak a hidraulika törvényeire támaszkodó el írásait. Emellett pedig rámutattak arra, hogy a gyakorlatban, a zsilóptáblák kézi mozgatása mellett, a vízszinttartás addig el irányzott ± 5 cm-es pontosságánál sokkal nagyobb, ± 1 cm-es pontosság is elérhet .

Mindezzel tehát megvalósult mindaz, amelyre elkerülhetetlenül szükség volt annak érdekében, hogy az érdekl d szakembereket meggy zze ennek az üzemmódnak az alkalmazhatóságáról és el nyös tulajdonságairól.

A KÖZEL ÉS A TÁVOLABBI JÖV VÁRHATÓ FEJLEMÉNYEI

Manapság, több mint 10 évvel a vízszinttartó üzem kioldozása és szabadalmaztatása után úgy t nik, hogy ennek az üzemmódnak az általános alkalmazása el l az akadályok lassan elhárulnak, és mintegy másfél, két év múlva az üzemelésre vonatkozó többi más, fontos el - írással együtt ennek alkalmazása is belekerül a betartandó el írások közé. A többi Tisza mentén alkalmazandó üzemelési el írás ugyanis - kihasználva a vízszinttartó üzem nagy rugalmasságát - többek között arra ad majd eligazítást, hogy egy-egy veszélyesnek ítélt magas árhullám levonulásakor a Tisza nagyvízi vízjárását befolyásoló szükségátározók közül mikor, melyik és milyen vízszint tartása mellett üzemeljen.

Persze - már a mind széls ségesebbé váló id járási viszonyok miatt is - számítani kell arra, hogy esetleg még az új, átfogóan intézked üzemviteli szabályzat bevezetése el tt ránk tör majd egy veszélyesen magas árhullám. Ezért jó lenne az érintett vízügyi igazgatóságokkal egyeztetve minél hamarabb dönteni a védekez kre ebben az esetben váró feladatok fel l, amelyek között - a ma már általánosnak t n elfogadottsága miatt - várhatólag ott lesz majd a vízszinttartó üzemmód alkalmazása is. A kérdés így az, hogy ilyen körülmények között hol és milyen magasságú vízszintet tartsanak? Az erre adott válasz nyilván függeni fog a rendelkezésre álló id t l. Ha viszont a döntést esetleg majd rendkívül gyorsan kell meghozni, a biztonság kérdését el térbe helyezve a legcélszerűbbnek a hajdani 1%-os árvízszintnek megfelelő MÁSZ(1997) szintjénél (*KHVM 1997*) 50 cm-el kisebb vízszint tartására áttérni. Nevezetesen azért, mert ma még az is kérdés, hogy az árvédelmi gátak mai állapotukban képesek-e mindenhol a még az 1970-es években meghatározott és a MÁSZ(1997) szintjével lényegében azonos, akkori 1%-os vízszintet tartani.

Végül az ide vágó, s talán csak a távolabbi id kben el kerül feladatok közé tartozik a tározók vízkivételi m tárgyának az aláméretezettségéb l származó gondok

megszüntetése. Amely, mint tudjuk, azt célozná, hogy veszélyesen magas árhullámok levonulása során a vízkivételek szükségesnél kisebb vízszállító képessége ne legyen akadálya a tározótér fogat teljes kihasználásának. Egyébként jó ideig ezt nem is tartották olyan körülménynek, amely különösebb gondot okozhatna. Amióta azonban tapasztalnunk kellett, hogy a tározó igénybevétele során a terület tulajdonosainak fizetend kártérítés számottev összeg is lehet, eseteként felvet dhet a gondolat, hogy a tározó igénybevétele akkor nem járna feleslegesen kifizetett kártérítési összegekkel, ha a kiépített tározótér fogat a vízkivétel kapacitásának megfelelő en kisebb lenne. Persze emiatt, egész biztosan, senki sem gondol a tározótér csökkentésére. Az viszont tény, hogy a megépített tározótér fogatnak megfelelő nagy vízkivétel lehet vé tenné a tározó meglev tározókapacitásának a kihasználását, s így az árvízi biztonság helyenkénti jelent s növelését anélkül, hogy ez a kifizetend kártérítés összegét bármilyen mértékben is befolyásolná. Ha pedig így van, akkor valamiképpen mégis csak célszerű lenne tájékozódni a szükséges vízkivétel-kapacitás kiépítésének a pénzügyi kihatása fel l. Amit pedig megfelelő gazdaságossági számításokkal meg is lehet tenni.

E gazdaságossági számításoknál aztán a kiadások két rész b l tev dnek össze: Idetartozik a vízkivétel megfelelő átépítéséhez szükséges kiviteli terv elkészítésének a költsége. Továbbá ilyen kiadás még magának az átépítésnek a költsége is.

Tehát ezekkel áll szemben az árvízi biztonság növekedése, melynek mértékét az előntésre jellemző valószínűség csökkenése adja majd meg. Erre a célra természetesen fel lehetne használni az árvédelmi töltés meghágásának a valószínűségében el álló csökkenés mértékét. Akkor azonban, amikor az 1970-es években a töltések magasságát egységesen meghatározták, ennek nagyságát az akkor érvénybe lép - és a MÁSZ(1997) szintjével lényegében azonos - mértékadó árvízszint és a különböző helyeken, különböző mértékű felvett árvédelmi biztonság összegében határozták meg; oly módon, hogy ezt a MÁSZ értéket azonosították a nagyvíz (NV) 1%-os valószínűséggel jelentkező értékével. Vagyis az összehasonlítási alap célszerűen most is az 1970-es években meghatározott, és lényegében vele azonos magasságú MÁSZ(1997) szintjére kiszámított valószínűség kell, hogy azonos legyen.

Ilyen módon igen fontos, hogy a szükségátározó adott mértékű kiépítésének az ellen rzéséhez mindig hozzátartozik annak kiszámítása is, hogy az egymásután jelentkező nagyvizek a MÁSZ(1997) szintjét milyen valószínűséggel haladják meg (*Szigyártó 2015/b*). Vagyis a szóban forgó gazdaságossági számításhoz szükséges valószínűséget a jelenlegi és a vízkivétel átalakítása utáni állapotra ilyen módon meghatározott két valószínűség különbségének a pozitív értéke adja meg.

JAVASLATOK

1 a. Abban az esetben, ha a Tiszán még a minden részletre kiterjed üzemviteli szabályzat kidolgozása közben tör ránk egy veszélyesen ígérkező árhullám úgy, hogy az árvízi szükségátározók igénybevételevel kapcsolo-

latban kell mérlegelésre nincs elég idő, úgy a vízszint-tartók üzemeltetését el irányozva a tartandó szintként - a jelenlegi kiépítettség hiányaira tekintettel - mindenhol ne a MÁSZ(1997)-nek megfelelő, hanem az annál 50 cm-el alacsonyabb szint tartását írják elő.

1 b. Ugyanezen okból az árhullám levonulásakor a folyó medrében feltöltött térfogatot és a tározóba bevezetett vízhozamot növeljük úgy, hogy a tározót akkor állítják üzembe, amikor a vízszinttartás szelvényében a tartandó vízszint eléri a MÁSZ(1997) szintjénél 50 cm-el alacsonyabb szintet.

2. Javasoljuk, hogy a már megépített árvízi szükségtározóknál a vízkivétel vízszállító-képességének a megnövelésével kapcsolatos gazdaságossági számításokat mihamarabb végezzék el.

IRODALOM

KHVM (1997). A Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi

Minisztérium 15/1997 (IX. 19.) KHVM rendelete a folyók mértékadó árvízszintjéről.

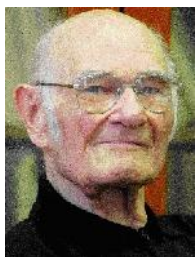
Szigyártó Z. (2005). Eljárás árvízi vésztározók üzemeltetésére. *Szabadalom*. Lajstromszám: 226 392, ügyszám: P 05 00376, 2005, április 11.

Szigyártó Z.(2015a). Árvízi szükségtározók vízszinttartó üzem. *Hidrológiai Közöny*, Budapest, 95. évf. 1. sz., 19-25. o.

Szigyártó Z. (2015b). Módszer az árvízi szükségtározók térfogatának és vízkivételének a hidrológiai méretezéséhez. *Hidrológiai Közöny*, Budapest, 95. évf. 3. sz. 45-62. o.

Váradi J.(2005). Ajánlás a Vásárhelyi terv keretében készülő tározók műtárgyainak kialakítására. (A Cigándi tározó műtárgyainak az elemzése alapján.) *Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet Kht.*, Budapest, 2005.

A SZERZ



Dr. SZIGYÁRTÓ ZOLTÁN Budapesten született 1926-ban. Középiskoláinak elvégzését követően az akkori (budapesti) Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnök és Építész-mérnöki Karának Mérnöki Osztályára iratkozott be, ahol 1950-ben szerzett mérnöki diplomát. Ezzel egyidejűleg az Egyetem I. sz. Vízépítési Tanszékére kinevezték tanársegédnek. Ezt követően 1952-ben megpályázta az aspiránsi ösztöndíjat, s disszertációját megvédve 1958-ban kapta meg a műszaki tudományok kandidátusa címet. Már ezt megelőzően, 1955-ben a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetbe (VITUKI) került, ahol először kutatóként, majd az igazgató mellett műszaki titkárként, később tudományos osztályvezetőként dolgozott. Ez idő alatt kutatóként elsősorban a különböző hidrológiai problémák megoldásával foglalkozott. Műszaki titkárként feladata az Intézet kutatási tevékenységének figyelemmel kísérése, ellenőrzése, az Intézet munkájával kapcsolatos tervek és beszámolók elkészítése. Itt szerezte meg a műszaki tudományok doktora (illetve a Magyar Tudományos Akadémia Doktora) címet is. 1986-ban ment nyugdíjba ennek az intézetnek munkatársaként, mely szervezet neve ekkor Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ (VITUKI) volt. Ezt követően, 1992-ig, mint nyugdíjas

továbbra is a VITUKI-ban, változatlan munkakörben dolgozott, majd a vízrajzi munka fejlesztésével, a vízrajzi létesítmények tervezésével és ezek kivitelezésével kapcsolatos munkák elvégzésére két céget is alapított. Korának elrehaladtával cégeit a 2000-es évek végéig felszámolta, illetve eladta. Kutatói tevékenysége során hidrológia, hidraulika, mezőgazdasági vízgazdálkodási és ármentesítési problémák megoldásával foglalkozott, illetve feladata az ide vágó valószínűség-elméleti és matematikai-statisztikai problémák megoldása volt. Az utóbbi mintegy 20 évben pedig kizárólag a Tisza nagyvízi vízjárásával és ármentesítésével foglalkozik. Ez ideig több mint 200 tanulmánya, publicisztikáját és könyve került kiadásra. Sok elismerést és kitüntetést kapott. Így a Magyar Hidrológiai Társaság Tiszteleti Tagja, Tiszteletbeli Mérnöki Kamarai Tag és Címzetes Egyetemi Tanár. A többi kitüntetés közül pedig kiemelkedik a legmagasabb polgári kitüntetés, a Magyar Érdemrend Tiszti Fokozata, melyet 90. életévében, meghatározó jelentőségű életműve elismeréseként kapta.

Felszíni vízmin ség-védelmi szabályozás kihívásai és megújítása

Nagy István* és Rákosi Judit*

* ÖKO Zrt., Budapest (E-mail: nagy.istvan@oko-rt.hu, rakosi.judit@oko-rt.hu)

Kivonat

A cikkben megfogalmazódtak szabályozási javaslatok, amelyek átfogják Víz Keretirányelv követelményeknek megfelelő en a felszíni vizek vízmin ségi határértékeinek aktualizálását, a kibocsátási határérték rendszer továbbfejlesztését. A javasolt szabályozási rendszer a víztestek fiziko-kémiai és kémiai állapotának javítását, a jó állapot elérését segíti el , úgy, hogy az ne okozzon aránytalan költségterheket. Az új rendszer lényege hogy a kibocsátási határértékek, azaz az egyedi és technológia határértékek megállapítása az adott víztest terhelhet ségének vizsgálatán alapul, figyelembe véve a környezeti célkit zést.

A javasolt kibocsátási követelmények várhatóan érzékenyen érintik a települési szennyvíztisztítókat, kiemelten a jelent s foszfor terhelést okozókat. Termásvíz hasznosításra vonatkozó technológiai határérték javaslat várhatóan érinti a termásvíz bevezetések közel felét, azaz ezeknél terhelés csökkent intézkedés megvalósítása válik szükségessé.

Közvetlen ipari kibocsátásoknál, legyen az veszélyes anyag, vagy fiziko-kémiai terhelés az az alapvet probléma, hogy nem ismert a terhel , az, hogy milyen emisszió kibocsátás van a víztesten milyen koncentrációban. Ezért itt a legfontosabb a monitoring rendszer fejlesztése, ezen belül az operatív monitoring szennyvízkibocsátók általi megvalósítása.

A konkrét jogszabályok módosításának el készítése még rendkívül sok munkát igényel. Vizsgálni kell a türelmi id k, a kivételek, bírságok rendszerét. Megfontolandó egyes víztesteknél (pl. id szakos vízfolyás) kevésbé szigorú célkit zések kit zése, amennyiben a VKI 4. cikk 5. bekezdés szerinti mentességi elemzés ezt igazolja.

Kulcsszavak

Fiziko-kémiai terhelés, víztestek állapotértékelése, els bbségi anyagok, vízmin ség-védelmi szabályozás, kibocsátási határérték, technológiai határérték, jelent s terhelés, terhelhet ségi vizsgálat, gazdasági hatások, kevésbé szigorú célkit zés.

Challenges and renewal of the surface water quality protection regulations

Abstract

The article formulates recommendations for regulation based on the second River Basin Management Plans' measures. These contain the updating of surface water quality limit values and the development of the emission limit value system according to the Water Framework Directive. The proposed regulatory system helps to improve the physico-chemical and chemical status of the water bodies and to achieve good surface water status in a way that it will not cause disproportionate cost burden. The main point of the new system is that the emission limit values are based on the examination of water body allowable load taking into account the environmental objectives. According to the suggested regulatory concept the territorial limit values will disappear and there will be three individual types of emission limit values: the one to satisfy the environmental objectives, another which is set out in the issuer's request and the technological limit value.

The relevant governmental regulations and ministerial decrees should be modified. The article make numerical suggestions about the technological limit values on three important areas: municipal wastewater treatment plant; industrial water treatment, steam power production and cooling water systems; manufacturing of other rubber products.

We made the first step to evaluate the economic impacts of the new or modified limit values. We defined the range of stakeholders and the magnitude of changes based on the information in VGT2. The suggested physico-chemical emission requirements are expected to affect the municipal wastewater treatment plant sensitively especially the ones causing significant loading. The most important element of the regulation is the tightening requirement of phosphorus removal.

Almost half of the thermal water discharges is affected by proposals of technological limit values considering the utilization of thermal water therefore it is necessary to implement load-reducing measures at these.

The most essential problem considering direct industrial emissions (whether they are hazardous substances or physicochemical loads) is that the producer is unknown, what kind of emission in what concentration affects the water body. Therefore the most important thing is to improve the monitoring system including the implementation of operational monitoring by waste water dischargers.

Preparing concrete proposals to change legislation still need a lot of work. It is necessary to analyse the systems of grace periods, exceptions and fines. In case of certain water bodies (like temporary waters) setting of less stringent objectives can be useful if the exemption analysis according to WFD Article 4, paragraph 5 verifies that.

Keywords

Physico-chemical load, classification of water body status, priority substances, water-quality protection regulations, emission limit value, technological limit value, significant load allowable load assessment, economic impacts, less stringent objectives

BEVEZETÉS

A Víz Keretirányelv (továbbiakban VKI) a felszíni vizekre célkit zésként a jó ökológiai állapot/potenciál és a jó kémiai állapot meg rzését, vagy elérését fogalmazza meg. Az ökológiai állapotértékelés meghatározó része az egyes él lény együttesek figyelembe vételével történ ötosztályos biológiai min sítés. A fizikai-kémiai jellem-

z k (oxigén háztartás, tápanyagok, sótartalom, savasodási állapot) támogató jelleg min sítési elemei az ökológiai állapotértékelésnek (CIS Guidance Document No. 13. 2003.).

A hazai vízmin ség-védelmi szabályozás kémiai anyagokra vonatkozik, amelyek a VKI állapotértékelési,

minősítési rendszerében három területre vannak hatással: ezek a fiziko-kémiai minősítés, a specifikus, nem elsősorban szennyező anyagok (fémek) és végül a kémiai állapot (veszélyes anyagok, ún. elsőbbségi anyagok) minősítése.

A cikkben bemutatott szabályozási koncepció a vizek fiziko-kémiai és a kémiai állapotát meghatározó szennyező anyagokra vonatkozik. Miért is van változtatásra szükség?

Magyarország 2015. évi Vízügyi és Gazdálkodási tervében (OVF 2015, továbbiakban VGT2) a fiziko-kémiai elemekre kidolgozott minősítési rendszer (Clement A. és Szilágyi F., 2015) alapján a felszíni vizeknél a minősített víztesteknek közel 46 %-a, az állóvizeknél 44%-a éri el a jó állapotot. Ebből következik, hogy a víztestek több, mint a felénél intézkedésekre (elsősorban szabályozási intézkedésekre van szükség, hogy 2021-re, vagy legalább 2027-re elérjék a jó állapotot. Azonban nem mindegy, hogy milyen szennyező anyagra vonatkozik a szabályozás egy adott víztesten. Ugyanis a jó és kiváló víztestek aránya komponens csoportonként (oxigén háztartás, tápanyagok, sótartalom, savasodási állapot) lényegesen magasabb, mint az összesített minősítés. A vízfolyás víztesteknél az oxigénháztartás szerint 84% tápanyag szerint 66%, sótartalom szerint 82%, savasodás szerint 99,6% a jónál jobb víztestek aránya.

Mindebből következik, hogy a fiziko-kémiai anyagok szabályozásának differenciálnak kell lennie, tehát ott kell szigorítani, változtatni, ahol probléma van. Ahol nincs probléma ott akár csökkenteni is lehet a követelményeket. Még egy szempontot kell figyelembe venni a szabályozás kidolgozásánál, vajon a jó állapot elérésének költsége arányban van-e az elért környezeti, társadalmi haszonnal? A természetes vizekre enyhébb környezeti célkitűzéseket lehet megállapítani, akkor, ha a víztestet érint emberi tevékenység által kielégített környezeti és társadalmi-gazdasági igények nem valósíthatók meg olyan módszerekkel, amelyek környezeti szempontból jelentősen jobb megoldások, és amelyeknek nem aránytalanul magasak az költségei (CIS Guidance Document No. 20., 2009)

A VKI módszertan szerint lefolytatott (CIS Guidance Document No. 27., 2011) VGT2 állapotértékelése szerint a vízfolyás víztestek kémiai állapota 26,5 %-ban érte el a jó állapotot, 32,5 %-ban lett nem jó állapotú és 41%-ban voltak olyan víztestek, amelyekről az értékelési időszakban (2008-2012 között) nem volt megfelelő adatgyűjtés. A rossz állapotot számos vegyületnek, illetve elemnek az EU által megszabott határértéknél (EQS) magasabb koncentrációja okozza: antracén, diuron, endosulfán, fluorantén, higany és vegyületei, kadmium és vegyületei, nonilfenol (4-nonilfenol), ólom és vegyületei és triklórmetán. Ezek közül a legtöbb problémát a fémek: a higany és a kadmium okozza. Az állóvizek kémiai állapota 31 %-ban érte el a jó állapotot, 3,7%-ban lett nem jó állapotú (7 darab víztest) és 65,1%-ban voltak olyan víztestek, amelyekről az értékelési időszakban (2008-2012 között) nem volt adatgyűjtés.

A kémiai állapot javítására, a veszélyes anyagokra vonatkozó szabályozásnál egyértelmű, szigorú szabályok alkalmazhatók.

A megfelelő jogszabályi környezet biztosítása egyik alapvető feltétel a VKI célkitűzéseinek eléréséhez. Ezért a VGT2-ben az Intézkedési Program részeként megfogalmazásra került a vízminőség védelmi jogszabályok módosítási javaslata (Nagy 2015). Célunk, hogy a jelenlegi szabályozási változásokról meginduljon a szakmai diskurzus segítve ezzel a tényleges jogszabályok megszületését. Gazdasági-társadalmi hatásvizsgálat még nem készült, de igyekeznénk bemutatni azt, hogy kiket érint a szabályozás és milyen hatások várhatók. A cikk ismerteti a javaslatok lényegét és várható hatásait.

A HAZAI FELSZÍNI VÍZVÉDELMI SZABÁLYOZÁS JOGI STRUKTÚRÁJA

A vízgazdálkodással összefüggő szervezett állami tevékenységek között az állam feladatát képezi a vízügyi jogalkotás, melynek keretében készül a vízpolitika, a vízgazdálkodási stratégia és program, a jogszabályok eljárási készítése, elfogadása, majd ezek végrehajtása.

Magyarország Alaptörvénye („Alapvetés” P cikk) kimondja, hogy – többek között –, a vízkészlet a nemzet közös örökségét képezi, amelynek védelme, fenntartása és a jövő nemzedékek számára való megőrzése az állam és mindenki kötelessége.

A „szabadság és felelősség” XX. cikk alapján a testi és lelki, egészséghez való jogkörbe tartozik az egészséges ivóvízhez való hozzáférés biztosítása, valamint a környezet védelmének biztosítása. A XXI. cikk elismeri és érvényesíti mindenki jogát az egészséges, környezethez és a környezeti kár okozásának következményeit, költségeit a károkozónak viselnie kell.

Amint az az alaptörvényből is kiolvasható a felszíni vízvédelmi szabályozást, megalapozó vízgazdálkodási és környezetvédelmi törvényalkotás alapjait az alkotmányban rögzítették.

A hazai szabályozás kialakításánál a jogharmonizációs kötelezettségek teljesítéséhez figyelembe vett európai uniós irányelvek

- Az EU-működéséről szóló szerződés (EUMSZ) 191. cikk (2) bek. alapján a környezeti károkat a forrásnál való elhárítás elvén és a szennyező fizet elvén kell elhárítani;
- 2000/60/EK (VKI) irányelv a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról;
- 2010/75/EU Irányelv (IED) az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése – IPPC –, szabályainak átdolgozásával);
- 2008/105/EK irányelv környezetminőségi eljárási és vízszennyezettségi immisziós határértékeket határoz meg. Ezt módosította (és a VKI X. mellékletét) 2013/39/EU irányelv az elsőbbségi anyagok vonatkozásában. A 33+8-as listán lévő anyagok száma bővült és egyes EQS-ek változtak (éves átlagok, maximumok).

A módosításokat a tagállamok 2015. szept. 14-ig beépítették jogrendjükbe. Az új vízminőségi eljárási szabályokat a VGT2-ben, a 2015-2021. időszakra vonatkozó vízügyi és

gazdálkodási tervekben már figyelembe kellett venni. A 2008/105/EK irányelv szerinti módosításokat 2027 végéig kell teljesíteni. A lista 12 db anyaggal bővült, 45 db-os lett, a régi 33-as lista 13 helyen változott a határértékek tekintetében.)

A felszíni vizek állapotának változását meghatározó folyamatok egyes szabályozási alapelvei

Nehéz feladat olyan összetett, mégis alkalmazható jogi szabályozás kialakítása, mely a vizek védelmét a társadalmilag jogos vízhasználati érdekekkel harmonikusan összeegyezteti.

A vizek védelméhez olyan érdekek fűződnek, mint a mennyiségi- és minőségi megőrzés, a víztől függő helyek, természeti értékek megőrzése a jövő generációi számára.

A vízhez, mint gazdasági tényezőhöz ugyanakkor jogos társadalmi érdekek köthetnek a mezőgazdaság, az ipar, a bányászat, a turizmus és rekreáció területén felmerülő vízhasználati tevékenységek alkalmával.

A víz megújuló erőforrásnak számít, ugyanakkor korlátozott erőforrás egy adott időintervallumban vizsgálva,

mind mennyiségében, mind minőségében, azaz terhelését viselő képességében. Ennek megfelelően az igénybevételeket környezetkímélő módon szabályozni kell, hogy biztosíthatóak legyenek a készletek újratermelésének és minőségi megőrzésének feltételei. A gazdasági tevékenységet a fenntartható fejlődés, a még gazdaságosan megköthető környezetileg is a legjobb kibocsátási jellemzőkkel rendelkező technika alkalmazásával kell tervezni, megvalósítani.

A felszíni vízvédelemben kétféle szabályozási koncepció érvényesül:

1) Az immisziós standard, melynek szabályozási eszköztára az EU normákból levezetett, a felszíni vizek állapotára vonatkozó, folyamatos, távlatilag a jó vízállapotokat biztosító, egyre alacsonyabb szennyezettségi szintet meghatározó előírásokat hoz.

2) A technológiai standard, melynek szabályozási eszköztára az EU normákból levezetett és alkalmazandó legjobb, elérhető technika alkalmazásának, a kibocsátási határértékek kombinatív módszerrel való megállapításán és a technológiai határértékrendszer (egyedi ipari és szolgáltatási tevékenységekre előírt kibocsátási normákon) alapul.

Immisziós standard	Technológiai standard
<p>A vizek fiziko-kémiai állapotának javítását szolgáló EU és hazai szabályok:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2000/60/EK BKi: jó állapot (5 osztályos minősítés) - Veszélyes anyagok direktívákból származó környezetminőségi határértékek (régóta alapdirektíva a 76/464/EGK és leányirányelvei): Ma a 2008/105/EK, melyet a 2013/39/EU módosított és 2015. szeptember 14-ig hatályba lépett - 10/2010.(VIII.18.) VM rendelet a felszíni vizek vízszennyezettségi határértékeiről - 6/2002. (XI.5.) KvVM rendelet az ivóvízki vételre szánt és hasznos vizekről 	<p>A használt és szennyvizek kibocsátását kibocsátási határértékekkel és technológiai köztöttségekkel szabályozó EU és hazai szabályok:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2010/75/EU irányelve (IED) az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése szabályainak átdolgozásával (IPPC 96/1/EK direktíva volt régen, helyettesítette a 2010-es) <ul style="list-style-type: none"> o BAT fogalom és útmutatókra való hivatkozás; o Technológiai határértékek - 2000/60/EK VKI: kibocsátási határértékek kombinatív megállapítása a technológiai alapján; - 28/2004.(XII.25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátási határértékeiről - Technológiai határértékek: <ul style="list-style-type: none"> o Koncentrációban o Termék egységben

1. ábra. Immisziós és technológiai standard
Figure 1. Water quality and technology standards

A felszíni vizek minőségét egyre alacsonyabb szint szennyezettségi előírásokkal védő standard és a szennyező anyag kibocsátásokat még elviselhető gazdasági terhek mellett egyre alacsonyabb szintre szorító technológiai standard egymást erősítő folyamatok. Alkalmazásuk során egy konkrét víztestbe egy konkrét kibocsátás engedélyezésével mindkét szabályozási rendszernek meg kell felelni.

Ebből következően olyan kibocsátási határértékek kialakítása és alkalmazása szükséges, melyek engedélyezése és gyakorlati betartása mellett egy adott víztesten összességében, a környezeti célkitűzés elérésének időhorizontját tekintve előáll a jó állapot. A jó állapotot részben az immisziós állapotot minősítő fizikai-kémiai vízminőségi-, és a kémiai vízszennyezettségi határértékek szabályozzák. (A jó állapot meglétéhez tartozik még az ala-

csony vízszennyezettségen túl a biológiai elemek és a hidromorfológiai jellemzők jóként való minősítése.)

A felszíni vízvédelmi szabályozás törvényi alapjai

A környezetvédelmi törvény (Kvt.) már lefekteti az alapjait a környezeti célkitűzéseken alapuló szabályozási koncepciónak. Kiemeli a védett területek különös szabályokkal való védeltségének erősítését, megalapozza a határértékrendszer fogalmi, definitív eszközrendszerét.

A határértékrendszer alacsonyabb rend jogszabályokban való alkalmazási szabályainak egyik főbb szempontját, a szennyezettségi szint figyelembevételét, valamint az ezen alapuló (kombinált módszerrel való) kibocsátási határértékek megállapításának szabályozási alapjait törvényi szinten rendezi. A vízgazdálkodási törvény a VGT készítés szabályainak megalkotására hatalmazza fel a kormányt.

1995. évi LIII. Tv. a környezet védelmének által. szabályairól (Kvt)	1997. évi LVII. tv. a vízgazdálkodásról (Vgtv)
<p>18.§ A víz védelmére vonatkozó által. szabályok megfogalmazása;</p> <p>21.§ jó állapot megvalósításával kapcsolatos szabályok;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beavatkozás nem sértheti a környezeti célkitűzést - Védett területek állapota nem romolhat; - Igénybevétel, terhelés nem veszélyeztetheti a vizek megújulását; - Elérhető legjobb technika fogalma; - Szennyezés, szennyezettség fogalma; - Határérték rendszer: <ul style="list-style-type: none"> o Szennyezettségi szintet mutató (immissziós); o Kibocsátási: technológiai, területi; összmennyiségi forráscsoportos; területi nagyterhelési; egyedi. - 89.§ figyelembe kell venni a megállapításoknál a szennyezettség határértéket; a környezeti célkitűzést, a legjobb elérhető technológiát. VKI adaptációk; kombinált módszer 	<p>2.§ Állami feladatok</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vízgazdálkodási koncepció készítése; - A jó állapot elérését elősegítő intézkedések programjának készítése; - Vízyűjtő-gazdálkodási terv készítése az előzőek teljesítéséhez; <p>45.§ (7) bek.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A Kvt-vel összhangban a VGT készítéséről szóló szabályokat a Kormány külön határozatban állapítja meg.

2. ábra. Törvényi előírások
Figure 2. Statutory requirements

A törvényi felhatalmazások alapján megalkotott felszíni vízvédelmi kormány- és miniszteri rendeletek

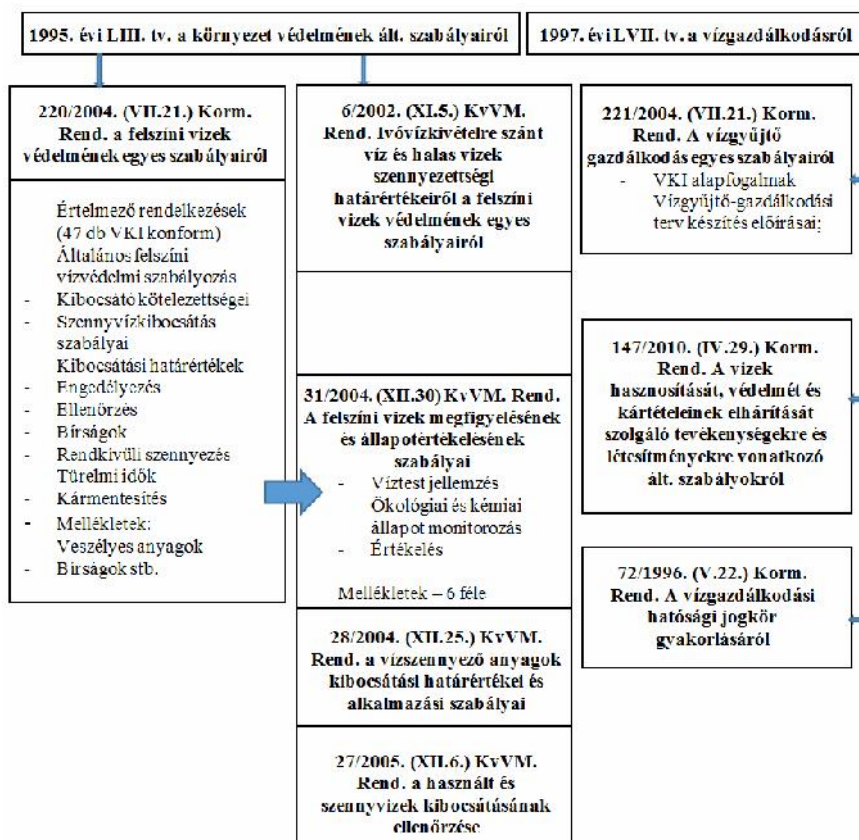
A Kvt-ből levezetett alapfogalmak és felhatalmazások alapján a felszíni vízvédelmi szabályozás alapja a 220/2004 (VII.21.) Kormányrendelet (Fvr.), mely a fenti főbb szabályozási előírásokat foglalja magába. A kormányrendelet miniszteri rendelet szintű végrehajtási rendeletei az immissziós (környezetminőségi, vízminőségi, vízszennyezettségi) határértékek alkalmazási szabályait rögzítik, valamint a szennyezettség és a kibocsátások ellenőrzésének szabályait. A víztestek állapotértékelését és megfigyelését külön miniszteri rendelet szabályozza.

A közelmúltban zajlott és hatályba léptetett jogszabály-módosítások áttekintése

A 2008/105/EK irányelvet módosító 2013/39/EU irányelv előírásai a hazai szabályozásokba beépültek,

(220/2004. (VII.21.) kormányrendelet, 10/201. (VIII.18.) VM rendelethez) és 2015 szeptemberében hatályba léptek. Az irányelv módosítás az említett joganyagon túl érinti a 221/2004.(VII.21.) kormányrendeletet a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezéssel elsősorban a felszín alatti vizek küszöbértékei és a listás anyagokra való hivatkozás vonatkozásában.

Módosítani kellett a felszíni vizek megfigyeléséről és állapotértékeléséről szóló 31/2014. (XII.30.) KvVM rendeletet az újabb anyagokra vonatkozó definíciók bevezetésével, a monitoring mechanizmus fejlesztését a kockázatok feltérképezése céljából. Az irányelv gyakorlatilag kiváltja a 6/2002.(XI.5.) KvVM rendelet ivóvízkivételre szánt felszíni vizekre előírt határérték rendszerét, illetve annak felülvizsgálatát igényli.



3. ábra. Felszíni vízvédelmi kormány- és miniszteri rendeletek
Figure 3. Governmental and ministerial decrees of surface water protection

A FELSZÍNI VÍZVÉDELMI SZABÁLYOZÁS TOVÁBBFEJLESZTÉSÉNEK KONCEPCIONÁLIS JAVASLATA

A 2015-ben készült új vízgyűjtő-gazdálkodási terv (VGT2 2015) végrehajtása, a víztestekre megállapított környezeti célkitűzések elérése (végül a jó állapot elérése) érdekében további szabályozási javaslatokat teszünk.

Szabályozási cél:

- A víztest fiziko-kémiai és kémiai állapotára vonatkozó célkitűzés (jó állapot) elérése, illetve a gyenge és mérsékelt minősítésnél a javulás elérése.
- A kibocsátók számára a célkitűzés elérése az elérhető legjobb technikával megvalósítható legyen, és az ne okozzon aránytalan költséghatásokat!

Szabályozási eszközök

- Kibocsátás szabályozás kormányrendelet szintű továbbfejlesztése; (a 220/2004. (VIII.21.) kormányrendelet módosítása)
- Kibocsátási határérték rendszer továbbfejlesztése; (mind kormányrendelet szinten, mind pedig miniszteri rendelet szintjén)

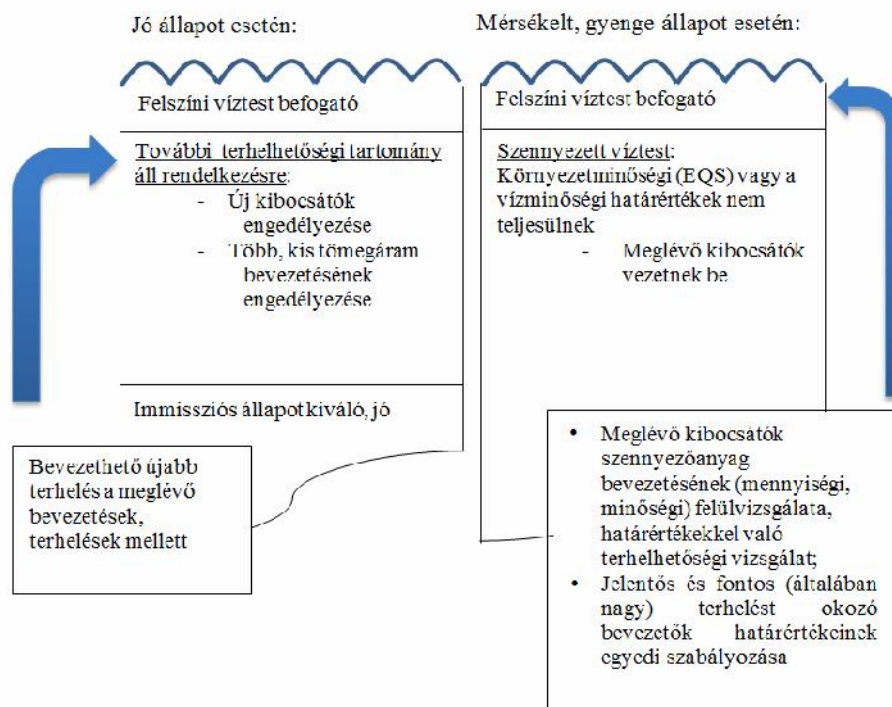
A víztest további terhelhetőségének vizsgálata

A víztest, mint befogadó terhelhetőségi vizsgálati módszertanra a VGT2 tervezése során módszertani útmutató készült (Clement és társai 2015) készült annak érdekében, hogy a hatósági eljárás egységes legyen, valamint a VKI célkitűzések elérése és a VGT intézkedések hatékonyabban valósuljanak meg.

Kibocsátási szabályozás továbbfejlesztése

220/2004. (VII.21.) Korm. rendelet 14. §: A kibocsátási határértéket a vízszennyezettségi határérték figyelembe vételével kell meghatározni! Az 5. ábra azt szemlélteti, hogy a jelenlegi határértékrendszer hogyan javasoljuk továbbfejlesztetni.

A határértékrendszer továbbfejlesztése együtt jár a 28/2004 (XII.25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátási határértékeiről és azok alkalmazási szabályairól c. joganyag felülvizsgálatával, továbbfejlesztésével. Értelemszerűen a rendelet 1. sz. melléklete a technológiai határértékekről, 2. sz. melléklete a határértékek felfüggesztéséről, valamint a 4. sz. mellékletben foglalt, a közcsatornába bocsátható szennyvizek szennyező anyag tartalma küszöbértékeinek felülvizsgálati folyamatait kell elvégezni.



4. ábra. A víztest további terhelhetősége
Figure 4. Additional loadability of the water body



5. ábra. Kibocsátási szabályozás továbbfejlesztés
Figure 5. Emission regulation improvement

Immissziós szabályozás továbbfejlesztése

A kibocsátás szabályozással összhangban a felszíni vízvédelemhez kapcsolódó vízminőségi vízszennyezettséget, megfigyelést, állapotértékelést rendeleti szinten szabályozó joganyagok is áttekintésre, továbbfejlesztésre szorulnak.

- 10/2010 (VIII.18.) VM rendelet a felszíni vizek vízszennyezettségi határértékeiről. Itt a vízminőségi határértékek felülvizsgálata, továbbfejlesztése, és a kibocsátás-szabályozáshoz kapcsolódó, a keveredési zónákra elírható szabályok aktualizálása szükséges.
- 6/2002. KvVM rend. (ivóvízes, halas) hatályának felülvizsgálata a VGT és VKI előírások függvényében;

- 31/2004. KvVM rend. (megfigyelés, állapotértékelés)
- 2. sz. mellékletének (ökológiai állapotértékelés) aktualizálása;
- 5. sz. mellékletének (felszíni vizek tipológiája) aktualizálása.

Egyes konkrét kibocsátás-szabályozási szakmai szövegtervezet javaslatai

Az alábbiakban, a teljesség igénye nélkül, a kibocsátás-szabályozáshoz kapcsolódó néhány szakmai tervezet szint javaslatot teszünk.

A felszíni vizek minőségi védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII.21.) kormányrendelet módosítási javaslat

A 220/2004. (VII.21.) kormányrendelet 19. § (1) bekezdését a következők szerint javasolt módosítani.

„(1) A vízvédelmi hatóság a kibocsátó kérelmére vagy hivatalból egyedi határértéket állapíthat meg,

a) a befogadó víztest környezeti célkitűzésének elérése érdekében

b) a 2. számú melléklet 2.9 pontjában meghatározott anyagok kibocsátására

c) a kibocsátó kérelmére a vízszennyező anyagok kibocsátásaira határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló miniszteri rendeletben meghatározott technológiai és területi határértékektől történő eltérés esetében.”

A 19. § (2) bekezdését a következők szerint javasolt módosítani:

„(2) Az egyedi határérték megállapításánál figyelembe kell venni

a) a befogadó víztest vízgyűjtő-gazdálkodási tervekben meghatározott környezeti célkitűzését, a kémiai és fiziko-kémiai állapot javítására vonatkozóan, illetve a jó kémiai és ökológiai állapot megteremtésének, szükség szerinti elérésnek szempontjait

b) a külön jogszabály szerinti befogadó víztest terhelhetőségére vonatkozó (28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet 6. számú melléklete) szakmai elírásokat, terhelhetőségi vizsgálatokat.”

A 38. § (1) bekezdését pedig a következők szerint javasolt módosítani:

„(1) A vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló miniszteri rendelet alapján a 19.§ (2)-(3) bekezdésekre figyelemmel az üzemelési engedély felülvizsgálata során újonnan megállapított, vagy szigorított kibocsátási határértékeket - az (5) és a (6) bekezdések kivételével, - meglévő létesítmények esetén öt év türelmi időn belül, de legkésőbb 2024. június 30-ig kell teljesíteni.”

A türelmi idő, a kivételek és a szabályok egyéb aktuális pontosításait egy, az alaprendeletet módosító kormányrendeletben kell kidolgozni.

A vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet továbbfejlesztésének általános javaslatai.

A 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet 3. § (7) bekezdését a következők szerint javasolt módosítani:

„(7) A felszíni vizek minősége védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII.21.) kormányrendelet (a továbbiakban: Fvr) 19. § (2) bekezdése alkalmazása során a befogadó terhelhetőségének meghatározásánál a 6. számú mellékletben foglalt szakmai elírásokat kell alkalmazni. A terhelhetőségen alapuló egyedi kibocsátási határérték megállapításánál az adott víztestre és az adott szennyezőanyagra vonatkozó vízszennyezettségi határértéket is figyelembe kell venni.”

A szóban forgó rendeletben, mint az előzőekben azt említettük, a technológiai határértékek felülvizsgálata és egyes újabb még hazánkban nem szabályozott ipari tevékenységekre vonatkozó technológiai határértékek kidolgozása javasolt. (A felülvizsgálatnál külön figyelmet kell fordítani a termálvíz hasznosításból származó használt vizek kibocsátási határértékeinek felülvizsgálatára.)

Az 1155./2016. (III.31) Kormányhatározattal elfogadott Magyarország felülvizsgált vízgyűjtő-gazdálkodási terv (VGT2) mellékleteiben konkrét ajánlásokat tesz a kommunális és szennyvíztisztító telepek felszíni vízbe való bevezetéseinek kibocsátási követelményeire, valamint egyes ipari tevékenységekkel kapcsolatos újabb technológiai határértékekre. Az alábbiakban a szakmai javaslatokból közlünk egy-egy tervezetet.

Az új szabályozás tervezet a kommunális szennyvíztisztító telepek vonatkozásában már túlmutat a városi irányelv elvárásain és a VKI követelményeit veszi figyelembe.

A következő táblázat a határértékeket hasonlítja össze a hatályos és a javasolt szabályozás szerint

1. táblázat. Kommunális szennyvíztisztító-telepek jelenlegi és tervezett kibocsátási határértékei
Table 1. The actual and the planned emission limit values of municipal wastewater treatment

LE szerinti kategória	BOI (mg/l) jelenlegi / alap / BAT	KOI (mg/l) jelenlegi / alap / BAT	Összes N (mg/l) rég. V.1-XI15 érzékeny terület / régi XI16-IV.30-ig érzékeny terület / alap / BAT	Összes P (mg/l) rég. érzékeny terület / alap / BAT
< 600	80/25 / 25	300/125 / 125	-/- / 50	-/- / 10 (5)*
600-2000	50/25 / 25	200/125 / 125	-/- / 50	-/- / 10 (5)*
2 000 – 5 000	25/25 / 25	125/125 / 100	-/50 / 35	-/10 / 5 (2)*
5 000 – 10 000	25/25 / 15	125/125 / 75	-/50 / 25	-/5 / 1
10 000 – 100 000	25/25 / 15	125/125 / 50	15/25/35 / 15	2/2 / 0,7
> 100 000	25/25 / 15	125/125 / 50	10/20/15 / 10	1/1 / 0,5

Megjegyzés: alap – elvárható érték (technológiai határérték); BAT: az elérhető legkisebb érték adott telep méret tartományban, mely a befogadó vízminőség védelme érdekében elírható. * A zárójelben lévő értékek csak az utótisztítás alkalmazásával érhető el.

A technológiai határérték a javaslat szerint első körben az alaphatárértéknek felel meg. A BAT érték

általában akkor vehető ki, ha a környezetminőségi célkitűzések elérése ezt igényli és ezt a terhelhetőségi vizsgálata

lat alátámasztja. A foszfor esetében megjelenik egy harmadik határérték is, ami még a BAT-nál is szigorúbb, ez csak az utótisztítás alkalmazásával érhető el. A hatóság dönti el, hogy melyiket alkalmazza.

A jelenlegi és a javasolt határértékrendszer további különbségei:

1. A 2000 LE alatt nincs megkülönböztetve a 600LE-nél kisebb kapacitás

2. A 2000 LE alatt nincs foszfor és nitrogén alap-határérték, csak akkor van kibocsátási határérték, ami a BAT érték, ha a terhelhetőség szerint szükséges

3. A javaslatban nincs eltávolítási határfok szerinti követelmény, csak a koncentráció szerinti határérték.

4. A követelmények egyaránt érvényesek az érzékeny és a normál területekre

5. Korábban összes foszforra és összes nitrogénre 10 ezer LE-ig nem határoztak meg technológiai határértéket, csak az egyedi határértékek megállapítására volt lehetőség. Most minden komponensre és kibocsátásra lehetőség van terhelhetőség alapján az egyedi határérték megállapítására. A szabályozás logikája szerint elfordulhat, hogy az egyedi határérték enyhébb, mint a fenti táblázat alapján meghatározott technológiai határérték, a szennyvízkibocsátó is kérhet egyedi határértéket.

6. Az összes nitrogén vonatkozásban megszűnt éven belüli időszakos eltérés

A javaslatban felhasználva a német szabályozást (Abwasserordnung, 2004). szerepel a következő korábbiakban nem szabályozott ipari tevékenységekre vonatkozóan technológiai határérték követelmény:

- Ipari célú vízkezelés, gőzenergia-elállítás és hő-
víz rendszerek

- egyéb gumitermékek gyártása,

*Ipari célú vízkezelésből, gőzenergia-elállításból, hő-
víz rendszerekből származó használt vizekre előírt ki-
bocsátási követelmények:*

(1) Hő-
víz rendszerekből származó használtvíz kibocsátásra vonatkozó követelmények a befogadóba

2. táblázat. Hő-
víz rendszerekből származó használtvíz kibocsátási követelmények a befogadóba történő bevezetés előtti helyen

Table 2. Requirements of used water from cooling systems before the site where it is discharged into the recipient

Megnevezés	Min. szített pontminta vagy 2 órás átlagminta [mg/l]	
	Fűtési körből való vízleeresztés és tisztítás	Egyéb hő- víz körből való vízleeresztés és rendszertisztítás
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k)	30	40
Összes foszfor	1,5	3

Hőterhelés (T_{max}): 30°C amennyiben

- vízfolyásoknál a ζT_{max} értéke < 12 °C, ha 4 °C alatti hidegvízben történik a vízkivétel, illetve legfeljebb a T_{max}

értéke < 8 °C, ha 4 °C feletti hidegvízben történik a hő-
víz kivétele

- állóvizek, tározók esetében a T_{max} értéke < 14 °C, ha 4 °C alatti hidegvízben történik a vízkivétel, illetve legfeljebb a T_{max} értéke < 9 °C, ha 4 °C feletti hidegvízben történik a vízkivétel.

(2) Gőztermelés, gőzellátás, használtvíz kibocsátása esetén vonatkozó követelmények a befogadóba történő bevezetés előtti helyen:

3. táblázat. Gőztermelés, gőzellátás és használtvíz kibocsátási követelmények a befogadóba történő bevezetés előtti helyen
Table 3. Steam production, steam supply and used water emission requirements before discharging into the recipient

Megnevezés	Min. szített pontminta vagy 2 órás átlagminta [mg/l]
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k)	50*
Összes foszfor	3
Összes szerves nitrogén (ammónium, nitrát, nitrit)	10

*sótalanító kondenz-víz esetén KOI_k = 80 mg/l

Gumitermékek gyártásából származó szenny- és használt vizek kibocsátási követelményei:

(0) A szennyvízre vonatkozó követelmények a befogadóba történő bevezetés előtti helyen:

(1) A szennyvíz elvezetett szennyvíz nitrit-nitrát koncentrációja nem lehet magasabb 3 mg/l-nél.

(2) A szennyvízre vonatkozó követelmények más szennyvizekkel való elkeveredés előtti helyen.

4. táblázat. A szennyvízre vonatkozó követelmények a befogadóba történő bevezetés előtti helyen

Table 4. Requirements of waste water before discharging into the recipient

Megnevezés	Min. szített pontminta vagy 2 órás átlagminta [mg/l]
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k)	150
5 napos biokémiai oxigénigény (BOI ₅)	25
Összes szerves nitrogén (ammónium, nitrát, nitrit)	20
Összes foszfor	2
Toxicitás Hal (TH)	2

5. táblázat. A szennyvízre vonatkozó követelmények más szennyvizekkel való elkeveredés előtti helyen

Table 5. Requirements of waste water before mixing with other sewage

Megnevezés	Min. szített pontminta vagy 2 órás átlagminta [mg/l]
Összes cink	2
Összes ólom	0,5
Adszorbeálható szerves károsanyagok (AOX)	1

Gumivegyületek, valamint gumírozott szövet- és egyéb anyagokat előállító technológiákból elvezetett szennyvíz Benzol tartalmának koncentrációja nem haladhatja meg a 0,1 mg/l-t, valamint a hő-
víz rendszerből leürített használtvíz toxicitása (lumineszcens baktérium)

T_{Lb} = 12-szeres hígítást igényl koncentrációnál nem lehet magasabb.

A konkrét javaslatokon túl, át kell tekintetni a 2013/39/EU irányelv els bbségi anyagainak b vített listáját és a hazai meglév és várható iparszerkezet alakulását. Ezeknek függvényében valamint a VGT2-ben el írt környezeti célkit zések elérhet sége alapján javasolhatók újabb ipari- és szolgáltatási tevékenységekkel kapcsolatos technológiai határértékek kidolgozása. Várhatóan érintett lesz a vegyipar, gyógyszeripar, elektronikai termékek gyártása, fém és acélipar, vagy pl. a termásvíz hasznosítás.

A SZABÁLYOZÁS VÁRHATÓ HATÁSAI

A továbbiakban f bb szabályozási területenként bemutatjuk a várható hatásokat. Az új, vagy módosított határérté-

kek gazdasági hatásainak értékeléséhez az els lépést tettük meg, meghatározva az érintettek körét, a változtatások nagyságrendjét becsüljük meg a VGT-ben szerepl információk alapján. A jó állapot elérése érdekében intézkedés szükséges azon terhelések megszüntetésére, illetve csökkentésére, amelyek jelent s (a nem jó állapotot okozó), vagy fontos (a nem jó állapothoz jelent sen hozzájáruló) besorolást kaptak.

Kémiai állapot javítása, els bbségi anyagok szabályozása

Az els bbségi anyagok miatt nem jó min sítés felszíni víztestek számát és az EQS túllépést okozó els bbségi anyagok megnevezését, a kibocsátási tevékenység és ágazat megnevezését az alábbi táblázat mutatja be).

6. táblázat. Felszíni vizekben észlelt veszélyes anyagok 2009-2012 között (Forrás: VGT2 3-5 melléklet)
Table 6. Hazardous substances detected in surface waters based on the 2009-2012 data (Source: RBMP 3-5 annex)

Veszélyes anyag	Túllépések víztestenként	Els dleges felhasználás	Ágazati forrás	Mintavételi helyen a mérések átlaga meghaladja a környezet-min ségi határérték felét	Mintavételi helyen a mérések maximuma meghaladja a környezet-min ségi határérték felét
Higany és vegyületei	24	klórkálii-ipar	ipar	egyedi min sítés	egyedi min sítés
Kadmium és vegyületei	46	galvánipar	ipar	155	159
Nikkel és vegyületei	0/33*	kohászat, fémfeldolgozás	ipar	12/137*	0/39*
Ólom és vegyületei	25	galvánipar, akkumulátorgyártás/bontás	ipar	64/145*	0/94*
Triklór-metán	1	vegyipari oldószer, alapanyag	ipar	16	0
Tetraklór-etilén	0	vegyipari oldószer, alapanyag	ipar	2	0
Di[2-etilhexil]ftalát (DEHP)	0	m anyag termékek gyártása	ipar	12	0
Nonilfenol(4-nonilfenol)	1	detergens bomlástermék	ipar	6	6
Diuron	1	herbicide	mez gazdaság	10	7
Endoszulfán	3	herbicide, inszekticide	mez gazdaság	3	7
Atrazin	0	herbicide	mez gazdaság	1	3
HCH	0	herbicide	mez gazdaság	2	6
Hexaklór-benzol	0/1	herbicide, vegyipari alapanyag	mez gazdaság, ipar	2/0*	2
Antracén	1/8*	k szénkátrány feldolgozás, pirolízis	ipar	2	5/22*
Fluorantén	3/78*	k olajipar, pakuragyártás, pirolízis	ipar	53/198*	17/138*
Benzo[a]pirén	0/0*	k olajipar, pakuragyártás, pirolízis	ipar	2/28*	3/1*
Benz(b)fluorantén és Benz(k)fluorantén**	0	k olajipar, pakuragyártás, pirolízis	ipar	22	0
Összesen:	105/221*			364/739*	215/484*

* - régi/új határérték szerint

7. táblázat. Toxikus fém kibocsátás hatása a befogadóra (Forrás: VGT2 8-10 melléklet)
Table 7. Effects of toxic metal emission on the recipient (Source: RBMP2 8-10 annex)

Terhelés	Kommunális telep (db)	Ipari és egyéb kibocsátás (db)	Kommunális telep arány %	Ipari és egyéb telep arány %
Jelent s	11	164	1,42 %	27,15 %
Fontos	18	20	2,32 %	3,31 %
Lehet, hogy jelent s	30	4	3,86 %	0,66 %
Lehet, hogy fontos	-	25	0,00 %	4,14 %
Nem jelent s	713	391	91,76 %	64,74 %
Összesen:	777	604	100,00 %	100,00 %

A jelent s ipari terhelések oka dönt részben a 90 %-ban h /só kibocsátás (146 db), és csak 6% (10 db) a veszélyes anyag/specifikus anyag (a többi tápanyag/szervesanyag). A szennyvíz jellege ennek megfelelően termálvíz, fürd víz 90%-ban (146 db). A többi jelent s terhelésből, 2 bányászatból, 4 egyéb feldolgozóiparból, 3 élelmiszeriparból, 2 hulladéklerakásból és 3 kohászat-fémfeldolgozásból származik.

A 11 jelent s toxikus fém terhelést okozó kommunális telep a fiziko-kémiai terhelés tekintetében is jelent s, vagy fontos hatású telepnek tekinthet k. A tisztítók korszerűsítése a szennyvízprogram keretében vagy KEOP, vagy KEHOP forrásból valósultak/valósulnak meg.

A KEOP, KEHOP projektek egy része várhatóan csökkenti nemcsak a szervesanyag és tápanyag terheléseket, hanem technológiai fejlesztés esetén a fémkibocsátást is.

Konkrét beavatkozás (veszélyes anyagcsökkentési intézkedés) várhatóan szükséges legalább azokon a víztesteken, ahol a kibocsátás hatása jelent sen, vagy fontosnak tekinthet . Várható, hogy e kibocsátásoknál a keveredési zóna majdani kijelölése valós szennyezéscsökkentési elvárás fog megjeleníteni, amihez a szennyvízkibocsátóknak alkalmazkodnia kell.

Fiziko-kémiai állapot javítása

Az összes nitrogénre és összes foszforra korábban csak területi határértékek voltak 10 ezer LE alatti kapacitásra. A javaslat szerint 2000 alatt nem lesz alap határérték, csak BAT, amit akkor kell alkalmazni, ha a befogadó miatt szükséges. 2000 LE felett azonban alap határérték is megjelenik. Korábban ez csak érzékeny területre volt kötelező határérték (megjegyzend , hogy területi határértékként viszont el írták, tehát minden méretkategóriában volt határérték a tápanyagokra is.

A javaslat szerint az általános (alap) határérték a 2000 – 10 000 LE közti mérettartományban közelít leg a jelenlegi területi határértéknek felel meg, így ebben nincs lényeges változás. 10 000 LE felett a P esetben kötelező vé válik a korábbi, csak érzékeny területekre vonatkozó határérték tartása. Az összes N-re viszont az alap határérték enyhébb.

Lényeges változás minden kategóriában a BAT határértékekben jelentkezik. Ezek azonban csak indokolt esetben, terhelhet ség vizsgálat alapján szabhatók ki.

A szennyvízprogram keretében már megépült (dönt en KEOP-ból) és a 25/2002 Kr. rendelet szerint megépítend (dönt en KEHOP-ból) telepekr l feltételezzük, hogy teljesítik a városi irányelv el írásait, tehát a BOI,

KOI követelményeket és az érzékeny területeken az össznitrogén, összfoszfor el írásokat. Ebb l adódik, hogy a szabályozási szigorítás a következőket érinti:

- 2000 LE alatti települések,
- Össznitrogén, vonatkozásában a többi agglomeráció is, de el fordulhat, hogy enyhébb határérték jelenik meg
- A szabályozás leglényegesebb eleme, hogy szigorodik a foszforeltávolítás követelménye.

A hatások értékelése a 2000 LE feletti települési agglomerációkra

A 2000LE feletti agglomerációk szennyvízprogramja befejeződik a 2014-2020 költségvetési id szakban. Ezzel a 91/271/EGK városi szennyvízkezelési irányelv követelményeit teljesíti Magyarország. Azonban a vizek jó állapotának eléréséhez további, ún. kiegészít intézkedések szükségesek. A korábbi határértékrendszer lényegében a városi irányelv elvárását fejezi ki.

A VGT2 8-8-melléklet alapján meg lehet mondani, hogy melyik terhelés jelent s, fontos stb. Ugyanakkor szerepel ebben a mellékletben az, hogy az ún. alapintézkedések (a városi irányelv) teljesítésén kívül milyen kiegészít intézkedésre van szükség. Ahol jelent s, vagy fontos hatás van és tervezett projekt, vagy a 25/2002 Kr. rendeletben szerepl agglomeráció, ott feltételezhet , ahogy a városi irányelv el írásai (lényegében a jelenlegi határértékek teljesülnek). Ahol viszont kiegészít intézkedési igény jelentkezik, ott lehet feltételezni azt, hogy az új szabályozás miatti többletköltségek jelentkeznék.

8. táblázat. Szükséges határérték-szigorítással érintett telepek száma (Forrás: VGT2 8-8 melléklet alapján)

Table 8. The number of plants affected by the necessary limit-strengthening (Source: RBMP2 8-8 annex)

Határérték-szigorítás	darab
P szigorítás	164
P, N határérték szigorítás	31
Nitrogén szigorítás	2
Összesen	197

A táblázat mutatja, hogy 195 esetben szükséges kiegészít intézkedésként a foszfor, 33 esetben a nitrogén terhelést csökkent intézkedést megvalósítani. A kiegészít intézkedés lehet tisztító telep korszerűsítés, Alternatív szennyvíz elhelyezési mód (utótisztítás, átvezetés másik befogadóba, szikkasztás) átvezetés másik befogadóba. A szennyvíztisztító telep záportároló kapacitásának növelése, a kezelési technológia fejlesztése

A hatások értékelése a Szennyvízprogramban nem szereplő kistéleptelepülésekre

2014-re 845 db kistéleptelepülés, mintegy 200 000 ingatlanának 425 000 lakosa maradt szennyvízkezelési szolgáltatás nélkül.

Valójában a települési méretkategória szerinti kimutatásnál lényegesen több a csatornaszolgáltatásban nem részesülők aránya. A már csatornázott nagyobb települések peremterületein számos esetben nem épült ki a hálózat, többnyire az alacsony lakosság következtében fajlagosan magas költségek miatt. Ez pedig pontosan az a jellegzetesség, ami a kistéleptelepüléseken is megjelenik. Valószínűsíthető, hogy a csatornahálózattal való ellátottsági szint távolban sem fogja országosan meghaladni a lakosságra vetített 80%-ot. Tehát a fenti lakos számon felül további 1.5 millió lehet/lesz, tehát összesen mintegy 2 millió fő lesz érintett a kistéleptelepülési szennyvízkezeléshez hasonló vagy azokkal megegyező megoldásokban.

Amennyiben egy kistéleptelepülés a hagyományos csatornázás, szennyvíztisztítás megoldást választja szembeesülni fog magas, esetenként megfizethetetlen költségekkel és díjakkal. Ez is indokolja az egyedi, decentralizált megoldások (azok között is az olcsóbbak alkalmazását). Mindezek alapján indokoltnak tartanék egyes víztestekre (pl. időszakos vízfolyás) enyhébb célkitűzések megállapítása. Várhatóan környezeti, gazdasági elemzéssel alátámasztható az, hogy egyes víztesteknél a jó állapot elérése aránytalan költséggel lehetséges. Szükséges már a rendeletek kidolgozásakor ilyen irányú vizsgálatok elvégzése és a harmadik VGT-ben a mentesség igazolása.

Hatások a termálvíz hasznosításra

A 296 termálvíz bevezetés csaknem fele (146 kibocsátás) önmagában is jelentős hatású, de gyakran egy víztesten több bevezetés együttes hatása eredményez állapotromlást a vízminőségben. E bevezetéseknél műszaki beavatkozás szükséges. Az érintett vízfolyás víztestek közül 83 felszíni víztesten van egy vagy több olyan termálvíz kibocsátási hely, mely jelentős és hőterhelést jelent és emiatt is intézkedés szükséges.

Hatások értékelése a közvetlen ipari kibocsátásra

A terhelési adatok és az elvégzett elemzés alapján a 495 kibocsátóból (melyek összesen 620 kibocsátási pontot jelentenek) mindössze 33 kibocsátás igényel intézkedést (11 jelentős és 22 fontos terhelés). Ezek közül 12 halászathoz, 20 ipari használathoz kötődő kibocsátások. A kevés intézkedési igény az ipari bevezetések összes terhelésbeli alacsony részarányával magyarázható. Megjegyezzük, hogy a valós képet bemutatóhoz képest kedvezőtlenebb lehet, mert az ipari kibocsátások terhelési adatai sok esetben hiányosak, a komponensek között leggyakrabban csak a KOI-ra áll rendelkezésre megbízható adat.

A közvetlen ipari kibocsátásoknál, legyen az veszélyes anyag, vagy fiziko-kémiai terhelés az az alapvető probléma, hogy nem ismert a terhelés, az, hogy milyen emisszió kibocsátás van a víztesten milyen koncentrációban. Ezért itt a legfontosabb a monitoring rendszer fejlesztése, ezen belül az operatív monitoring szennyvízkibocsátók általi megvalósítása.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben a VGT2 intézkedései alapján megfogalmazódtak szabályozási javaslatok, amelyek átfogják Víz Keretirányelv követelményeknek megfelelően a felszíni vizek vízminőségi határértékeinek aktualizálását, a kibocsátási határérték rendszer továbbfejlesztését. A javasolt szabályozási rendszer a víztestek fiziko-kémiai és kémiai állapotának javítását, a jó állapot elérését segíti elő, úgy, hogy az ne okozzon aránytalan költségterheket. Az új rendszer lényege hogy a kibocsátási határértékek az adott víztest terhelhetőségének vizsgálatán alapul, figyelembe véve a környezeti célkitűzést. A javasolt szabályozási koncepció szerint megszűnnek a területi határértékek, háromféle kibocsátási határérték lesz a környezeti célkitűzés érdekében megállapított egyedi határérték; a kibocsátó kérelmére megállapított egyedi határérték és a technológiai határérték.

Módosítani kell az érintett kormányrendeletet és miniszeri rendeleteket. A cikk számszerű javaslatot tesz három fontos területen a technológiai határértékekre: kommunális szennyvíztisztító telepekre, ipari célú vízkezelésre, gőzenergia előállításra és hő- és víz rendszerekre, egyéb gumitermékek gyártására.

Az új, vagy módosított határértékek gazdasági hatásainak értékeléséhez az első lépést tettük meg, meghatározva az érintettek körét, a változtatások nagyságrendjét a VGT2-ben szereplő információk alapján. A javasolt fiziko-kémiai kibocsátási követelmények várhatóan érzékenyen érintik a települési szennyvíztisztítókat, kiemelten a jelentős terhelést okozókat. A szabályozás leglényegesebb eleme, hogy szigorodik a foszforeltávolítás követelménye.

Termálvíz hasznosításra vonatkozó technológiai határérték javaslat érinti a termálvíz bevezetések közel felét, azaz ezeknél terhelés csökkentő intézkedés megvalósítása válik szükségessé.

Közvetlen ipari kibocsátásoknál, legyen az veszélyes anyag, vagy fiziko-kémiai terhelés az az alapvető probléma, hogy nem ismert a terhelés, az, hogy milyen emisszió kibocsátás van a víztesten milyen koncentrációban. Ezért itt a legfontosabb a monitoring rendszer fejlesztése, ezen belül az operatív monitoring szennyvízkibocsátók általi megvalósítása.

A konkrét jogszabályok módosításának előkészítése még rendkívül sok munkát igényel. Vizsgálni kell a türelmi időket, a kivételek, bírságok rendszerét. Megfontolandó egyes víztesteknél (pl. időszakos vízfolyás) kevésbé szigorú (enyhébb) célkitűzések kitűzése, amennyiben a VKI 4. cikk 5. bekezdés szerinti mentességi elemzés ezt igazolja.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen cikk megírásához hozzájárultak a VGT2 kidolgozásában résztvevő szakemberek. Köszönettel tartozunk az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak, amely a VGT2 elkészítette és irányította a terv elkészítésében résztvevő szakértő cégeket. Köszönettel tartozunk különösen OVF részéről Tahy Ágnesnek és Pelyhe Szabinának, a Budapesti Műszaki Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékének, Clement Adriennek, valamint az ÖKO Zrt. munkatársainak.

IRODALOM

2000/60/EK (VKI) irányelv: A vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról;

2010/75/EU Irányelv. Az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése)

2013/39 EU irányelv. A 2000/60/EK és a 2008/105/EK irányelvnek a vízpolitika terén elsőbbségük minősülő anyagok tekintetében történő módosításáról

Abwasserordnung. (2004). Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer Vom

CIS Guidance Document No. 13. (2003). Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Az Európai Közösség útmutatója ökológiai állapotértékelés folyamatához.

CIS Guidance Document No. 20. (2009). Exemptions to the environmental objectives. Az Európai Közösség útmutatója a célkitűzésekre vonatkozó mentességek alkalmazására.

CIS Guidance Document No. 27. (2011). Technical

Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Az Európai Közösség útmutatója a környezetminőségi határértékek meghatározásához.

OVF (2015). A Duna-vízgyjt magyarországi része Vízgyjt-gazdálkodási Terv.

Nagy I. (2015). Vízminőség-védelmi jogszabályok módosítási javaslata ÖKO Zrt. A Duna-vízgyjt magyarországi része Vízgyjt-gazdálkodási Terv 2015, 8-14 melléklet.

Clement A. és Szilágyi F (2015). Felszíni víztestek fizikai-kémiai állapotértékelési rendszere, BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék. VGT2 6-2 háttéranyag.

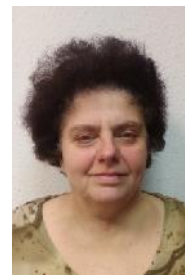
Clement A., Kardos M., Molnár T. (2015). Terhelhetőség meghatározása. Módszertani útmutató a felszíni vizek vízminőség-szabályozásának tervezéséhez, a kibocsátási határértékek megállapításához, BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék. A Duna-vízgyjt magyarországi része. Vízgyjt-gazdálkodási Terv 2015, 8-15 melléklet.

A SZERZŐK



NAGY ISTVÁN 1982-ben mélyépítési üzem-mérnök (YMÉMF), 1987-ben vízgazdálkodási szaküzem-mérnök (PMMF), majd 1995-ben építési mérnök oklevelet szerzett vízépítési szakon (BME). 1982-1991-ig mélyépítési, vízépítési és víziközmű tervezőként, iparterületi rendezési tervekkel vezet tervezőként dolgozott a PESTTERV-nél, VÁTI-nál. 1992-től az ÖKO Zrt. csoportvezetője. EU támogatási projektek előkészítésével, országos szintű környezetvédelmi, vízgazdálkodási stratégiai tervek készítésével, vízgazdálkodási-, vízminőség-védelmi szabályozásokkal foglalkozik.

RÁKOSI JUDIT 1979-ben okleveles közgazdász, 1986-ban okleveles szakközgazdász oklevelet és egyetemi doktori címet szerzett. Jelenleg az ÖKO Zrt. vezető szakértője. A környezetvédelem és a vízgazdálkodás ágazati, önkormányzati és vállalati szintű gazdasági, pénzügyi és stratégiai kérdéseivel, EU támogatási projektek költség-haszon elemzésével és vízgyjt-gazdálkodási tervezéssel foglalkozik.



Vízvisszatartási mintaprojektek a Homokhátságon: „Nyugati és Keleti” mintaterületek

Nagy István*, Tombácz Endre*, László Tibor*, Magyar Emke*, Mészáros Szilvia*, Puskás Erika*, Scheer Márta*

* ÖKO Zrt., Budapest (E-mail: nagy.istvan@oko-rt.hu)

Kivonat

A kutatás célja a Homokhátságon olyan mintaprojektek (Nyugati és Keleti mintaterületek, 3. ábra) bemutatása, melyek azt vizsgálják, hogy a Hátság vízhiány miatti problémáinak enyhítését célzó intézkedéseket hogyan lehet igazítani a terület sajátosságához. Mindkét mintaterületen elsődleges fontosságú a vízhiány mérséklése és a meglévő vizes élőhelyek megőrzése, kiterjesztése a Nemzeti Park Igazgatóság igényeinek figyelembevételével. Ez a Nyugati mintaterület esetén ez elsősorban vízvisszatartással és száraz időszakban felszíni vízből vízkivétellel; míg a Keleti mintaterület esetén elsősorban felszíni vízből történő vízkivétellel valósul meg, amely kiegészül a tisztított szennyvizek visszatartásával, valamint a tisztított szennyvizek öntözéssel való hasznosításával – ezáltal a gazdálkodás feltételeinek közvetlen javításával. A mintaprojektek megvalósítását 2014-ben leállították forráshiányra hivatkozva, azonban a tervezett beavatkozások várható hatásairól készült környezeti hatástanulmányok és részletes megvalósíthatósági tanulmányok eredményei alapján összegezhetők a várható eredmények. A Nyugati mintaprojekt tervezett beavatkozásainak (6. ábra) várható eredménye, hogy vízvisszatartással sikerül fedezni az évi 14 millió m³ ökológiai vízigényt és a rendszer működésével a talajvízszint is emelkedni fog (7. ábra), a modellezések alapján mértéke az átlagos időszakban a tározók közelében 50 és 150 cm közötti mértékkel (7. táblázat). A Keleti mintaprojekt tervezett beavatkozásainak (8. ábra, 12. táblázat) várható eredménye, hogy vízkivétellel sikerül biztosítani az évi 3,65 millió m³ ökológiai vízigényt a száraz időszakban is, továbbá a vízforgalmi adatok (9. ábra) alapján megállapítható, hogy a tervezett beavatkozások következtében a területen rendelkezésre álló vízkészlet mintegy 68%-a a vízgyűjtőn megőrzésre kerül.

Kulcsszavak

Duna-Tisza közti homokhátság, ökológiai vízigény, vízhiány mérséklése, vízpótlás, vízvisszatartás, tározás, tisztított szennyvizek visszatartása, nádas szórmező

Surface water detention pilot projects in the Danube-Tisza sand plateau region of Hungary: „Western and Eastern” sample areas

Abstract

The Danube–Tisza sand plateau region is one of the most water-stressed areas of Hungary. This fact is well indicated by the groundwater level reduction, which had an average of 2 m between 1956 and 2002 (Figure 1.) The groundwater level has been stabilizing since the 90s, and since then the precipitation determines it primarily, though the continuously reducing tendency remained in some places nowadays too, but more slowly, than in the 90s. The reasons are mostly due to the changes in the weather condition and significant amount of water withdrawals from the groundwater (Figure 2). The main aim of the research is to present such sample projects on the Danube-Tisza sand plateau region (“Western and Eastern” sample areas, Figure 3), which can show how to give mitigation measures – which are adapted to the characteristics of the area – for the general problems. Mitigating of water deficiency, preservation and territorial expansion of wetland habitats – considering the regional ecological needs – are priorities in both sample areas. In the case of the Western sample area, these aims can be realized by surface water detention and surface water withdrawal in dry periods; while in the case of the Eastern sample area, the main method is the surface water withdrawal, which is supplemented with treated wastewater detention. The treated wastewater – after also treated by the reed bed – can be utilized for irrigation, so it can directly improve the conditions of farming. The implementation of the sample projects was suspended in 2014, due to lack of financial resources, the development has been on the reserve list in terms of fundability. Nevertheless the expected results can be summarized based on the environmental impact assessments and the feasibility studies, which predict the expected impacts of the planned technical interventions. The expected results of the Western project, that the planned interventions (Figure 6) are fully able to cover the 14 million m³ per year ecological water demand with surface water detention and surface water withdrawal and with the operation of the system, the groundwater level will rise (Figure 7). Based on the modelling, the conclusion is, that near the reservoirs the expected rate of rise in groundwater level can be between 50 and 150 cm in the average weather conditions (Table 7). The expected results of the Eastern project, that the planned interventions (Figure 8, Table 12) are able to cover the 3.65 million m³ per year ecological water demand with surface water withdrawal in dry weather conditions. Moreover the Eastern project can result, that the 68% of the available water amount in the area can be preserved locally (it can be seen in the water-flow scheme, Figure 9). The sample project provide opportunities to prepare further connected rural development and agricultural programs.

Keywords

Danube–Tisza sand plateau region, ecological water demand, mitigation of water deficiency, surface water detention, surface water withdrawal, storage, treated wastewater detention, reed bed

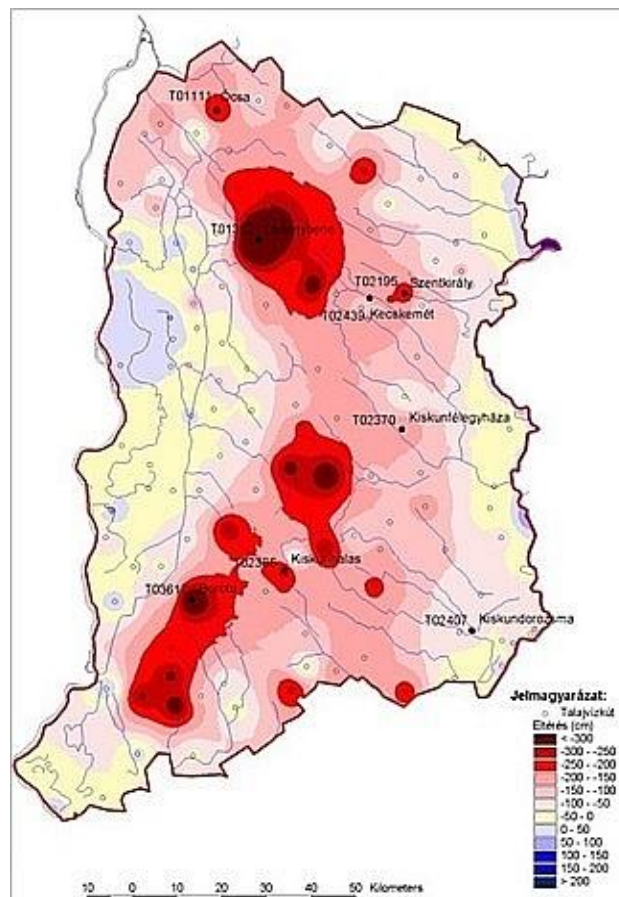
BEVEZETÉS: A VÍZHIÁNY OKAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

A Homokhátság az ország legvízhiányosabb területeinek egyike (Pálfi 1994, Kuti és társai 2002, Rakonczai és Bódis 2002, Ladányi 2010), melynek természetes okai

elsősorban a kevés és egyenetlen, sokszor túl nagy intenzitású csapadékban és a felmelegedésben (1980 és 2009 között pl. a tavaszi középhőmérséklet 1,75°C-kal nőtt, OMSZ adatai alapján) keresendők. Ez a tendencia növeli a lefolyást, a levezetési igényt, csökkenti a beszivárgást,

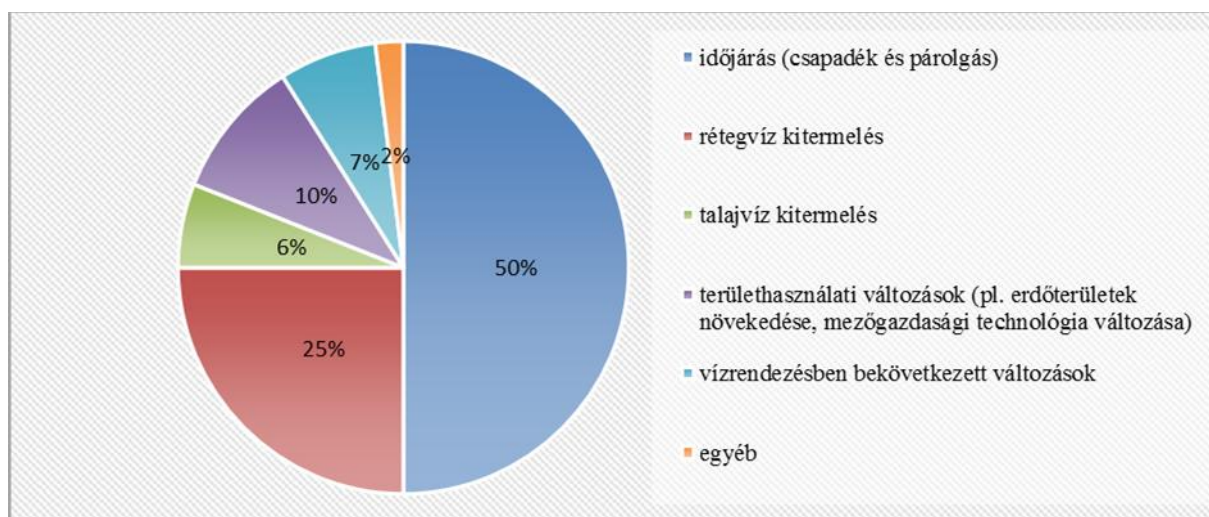
ugyanakkor az aszályok miatt a vízigény is jelentősebb, miközben tovább csökken a talajvíz átlagos szintje (Somlyódy és társai 2010, Nováky 2011, Simonffy 2011). Elmondható, hogy a természeti tényezők önmagukban is hatottak a készletek alakulására, de az alkalmazkodni nem igen tudó használatok számára is olyan helyzetet teremtettek, ahol az igények további akcelerátorként hatottak a folyamatokra.

A vízhiányosság antropogén okai a folyószabályozásban, az intenzív gazdálkodásban és ehhez kapcsolódó vízrendezésben, az erdő telepítésben (Szilágyi és társai 2012), a belvízszabályozásban és a vízkivételekben egyaránt keresendők. Mindezen tevékenységek közvetlenül vagy közvetetten hozzájárultak a felszín alatti vízkészletek jelentős csökkenéséhez. Közvetlen hatások pl.: víz elterelésével a felszín alatti vízkészletek átrendeződtek; a közvetlen vízkivételek mennyisége igen jelentős, napjainkban az illegális vízkivételekkel becsült érték kb. 82 millió m³/év; a „fölösleges vizek” elvezetésével csapadékcúcsok természetes talajvíz-utánpótló hatása szűnt meg. Közvetett hatások pl.: az eredeti vegetációnál jelentősebb biomaszaprodukciójú mezőgazdasági kultúra vízigénye is jelentősebb – melyet öntözéssel vagy anélkül – a felszín alatti vízkészletek fedeznek nagyrészt; az alföldfásítási program következményeként pedig az ültetvény erdőként jelentős csökkenéssel járultak a vízhiány fokozódásához [a 2002-es erdő állomány évi becsült vízigénye az egész Homokhátság területén kb. évi 511 millió m³/év mennyiséget tett ki Göbölös (2002) alapján]. Mindezek eredményeként a 1956 és 2002 között jelentős, átlagosan 2 m-es talajvízszint-csökkenés következett be a Hátságon, ahogy az 1. ábrán is látható (VITUKI 2002). A talajvízszint-csökkenésért felelős tényezők százalékos megoszlását Pálfi (2010) szerint a 2. ábra mutatja be.



1. ábra. A talajvízszintek változása a Duna-Tisza közén 1956-60 és 2002 között (VITUKI 2002)

Figure 1. Groundwater level changes between 1956-60 and 2002 in the Danube-Tisza sand plateau region (VITUKI 2002)



2. ábra. A talajvízszint-csökkenésért felelős tényezők százalékos megoszlása Pálfi (2010) szerint
Figure 2. Reasons of groundwater level reduction – percentage according to Pálfi (2010)

A Homokhátság térségében a felszíni és felszín alatti vízkészletek már jelentősen való csökkenése az 1980-as évektől kezdődően tapasztalható volt (pl. a rétegvíz-kitermelések az 1960-as évektől az 1990-es évek elejéig nyolcszorosára nőtték – Pálfi 1993). A vízhiány tartós jelenléte és az aszály egyre súlyosabb következményei a korábbi vizes élőhelyek területét jelentősen csökkentette, a felszíni növénytakaró összetétele megváltozott, a szá-

razságtörzsfajok egyre inkább meghatározóvá váltak. A területre jellemző homoktalajokon, gyenge víztartóképességük miatt, a növényzet nyári vízellátottsága – a csapadék mellett – a talajvízből a gyökérzónába feljutó vízmennyiségtől függ. Azonban a talajvízszint folyamatos süllyedése miatt csak a jelentősen változékonysághoz alkalmazkodni képes növényzet tudott természetes módon fennmaradni. Így a homokhátsági élőhelyek

legtöbbje ún. felszín alatti víztől függ ökoszisztéma (FAVÖKO-társulás), azaz olyan élő hely, ahol a környező felszín alatti víztestekből származó vízutánpótlás megléte az élő lény-együttes fajainak jelentős része számára limitáló tényező. Ilyen társulások a Homokhát jellegzetes szikesei és erdősztyeppölgyesei, a lápok, a mocsári élő helyek. A természetes vizes élő helyek jó része napjainkra eltűnt [az 1980-as években gyepként, vizes élő helyként, ligetes, cserjés területként térképezett élő helyek mintegy fele van természetközeli állapotban Bíró (2006) alapján]. Az egykor elterjedt üde síklápréteknek már csak néhány hektáryi degradálódó maradványa létezik. Szinte eltűntek a zombéksásos és más lápi élő helyek, megfogyatkoztak a jó hozamú üde mocsárrétek és kékperjés láprétek. Ezekkel nem csak a természetvédelem, hanem a gazdasági értéket teremtő gyepgazdálkodás is sokat veszített. A hajdani természetes tölgyerdők utolsó maradványai folyamatosan száradnak, természetes felújulásuk többnyire sikertelen, a fiatal ültetvényeket óriási ráfordításokkal kell az egyre terjedő selyemkórótól és más invazív fajoktól megóvni. A nagyvadak is csak mesterséges létesítményből jutnak ivóvízhez (ráadásul létszámuk meghaladja a táj jelenlegi természetes eltartó képességét).

Az UNCCD (2006) szerint Magyarország a sivatagosodás által érintett országgént szerepel (a világviszonylatban használt FAO/UNESCO bioklimatikus indexe alapján). A FAO jelentés (UNCCD 2006) szerinti „félsivatagi státusz” besorolását Duna-Tisza között a szükséges ökológiai vízmennyiség tartós hiánya jellemzi. A klímaváltozás elrejelzései alapján a homokhátsági vizes élő helyeknek mára kialakult veszélyeztetett állapota – vízpótló, vízviasszatartó beavatkozások nélkül – nem lesz javítható, illetve fenntartható. Beavatkozások nélkül, a környezetük vízháztartására jótékony hatást gyakorló vizes élő helyek felületének, vízterének csökkenése veszélyezteti a hozzájuk kötődő fajokat, populációk túlélését.

Az egyre szárazabb térség egyre kevésbé élhető az ember számára is. Az agrárkörnyezetben a vízkészletek csökkenése miatt megnőtt az öntözési víz igény, majd részben a kedvezőtlen gazdasági háttér miatt – a mezőgazdasági termelés csökkenése következett be. A folyamatos szárazodás – egy újabb csapadékhiányos időszakot követően – az 1980-as évek végén, 1990-es évek elején okozott olyan mértékű mezőgazdasági problémákat, ami már – a gazdálkodók, önkormányzatok akkoriban szokatlannul intenzív panaszainak hatására – az országos döntéshozókat is cselekvésre sarkallta. Egyre intenzívebb figyelemfelkeltésük eredményeként 1994-ben a Kormány jóváhagyta az Alföld programot, majd a Bács-Kiskun megyei önkormányzat és vezetők közbenjárására a Duna-Tisza közti homokhátság vízpótlásáról kiadták a 105/1995. (XI.1.) OGY határozatot. A Kormány 1996-tól 2005-ig terjedő időszakra Cselekvési Programot dolgozott ki, amelynek keretében számos értékes és átfogó tanulmány, vizsgálat, felmérés készült, de jelentős elrelépés nem történt 2004-ig, amikor 2005/2004. (IV.27.) Korm. határozat elírta, hogy a térség természeti állapotának megóvása és az adottságokhoz illeszkedő mezőgazdasági termelés biztonságának megőrzése érdekében 2004-2008 között egy komplex terület- és vidékfejlesztési programot kell végrehajtani.

A Kormány 1067/2005. (VI.30) sz. határozattal központi költségvetési támogatást biztosított a „Duna-Tisza közti Homokhátság fenntartható fejlesztése” tárgyú projektek elkészítésére, melynek eredményeként az éghajlatváltozásra érzékenyebb 8.714 km² terület térségre kiterjedő tanulmány készült (Terra Stúdió – ÁBK SZ Konzorcium 2007). E tanulmányra alapozva készült el 2010-ben egy olyan Projekt Megalapozó Tanulmány (PMT: KSZI Környezetvédelmi Szakértői Iroda Kft., és elvi vízjogi engedélyes műszaki tervdokumentáció: VTK Innosystem Kft), amely két mintaprojekt mintaterületeit jelöli ki. Majd 2013-ban mindkét mintaterületre kidolgozásra kerültek a Részletes Megvalósíthatósági Tanulmányok (Aquaprofit-ÖKO Zrt. Konzorcium 2013a, 2013b), és még ebben az évben benyújtásra kerültek a pályázati dokumentációk (Környezet és Energia Operatív Program keretén belül). Azonban 2014-ben a projektek támogatását felfüggesztették forráshiány miatt. Jelen kutatás összegezni kívánja a két mintaprojekt elkészítése során vázolt lehetséges megoldásokat és ezek következményeit – bízva abban, hogy a tervek megvalósulása a jövőben realizálódhat.

Az első, 2010-es Országos Vízügyi Terv-gazdálkodási Terv (a továbbiakban: OVGT) alapján a Nyugati mintaterület a 1-7-1. számú Duna-Völgyi F-csatorna vízügyi alegységhez, a Keleti mintaterület pedig a 2-5-2. számú Alsó-Tisza jobb parti vízügyi alegységhez tartozik. A Homokhátság sekély porózus vízestjei (talajvizei) mennyiségi szempontból mind gyenge besorolást kaptak, melynek oka többnyire a felszín alatti víztől függő ökoszisztémák (FAVÖKO) károsodására, mindkét érintett víztest (Duna-Tisza közti hátság – Duna-vízügyi északi rész, Duna-Tisza közti hátság – Duna-vízügyi déli rész) esetében ez a vízszintsüllyedésre közvetlenül is visszavezethető. A Homokhátságon közel 20 féle FAVÖKO társulás fordul elő, melyek egyben a Natura 2000 területek jelölt élő helyei is. A második, 2015-ös OVGT alapján a Nyugati mintaterület a 1-10. számú Duna-völgyi F-csatorna vízügyi alegységhez, a Keleti mintaterület pedig a 2-20. számú Alsó-Tisza jobb parti vízügyi alegységhez tartozik. A Homokhátság sekély porózus vízestjei (talajvizei) – ugyanolyan névvel, mint az első OVGT-ben) mennyiségi szempontból az első OVGT-hez hasonlóan továbbra is mind gyenge besorolást kaptak, melynek oka a FAVÖKO társulások gyenge állapota.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Alkalmazott módszerek

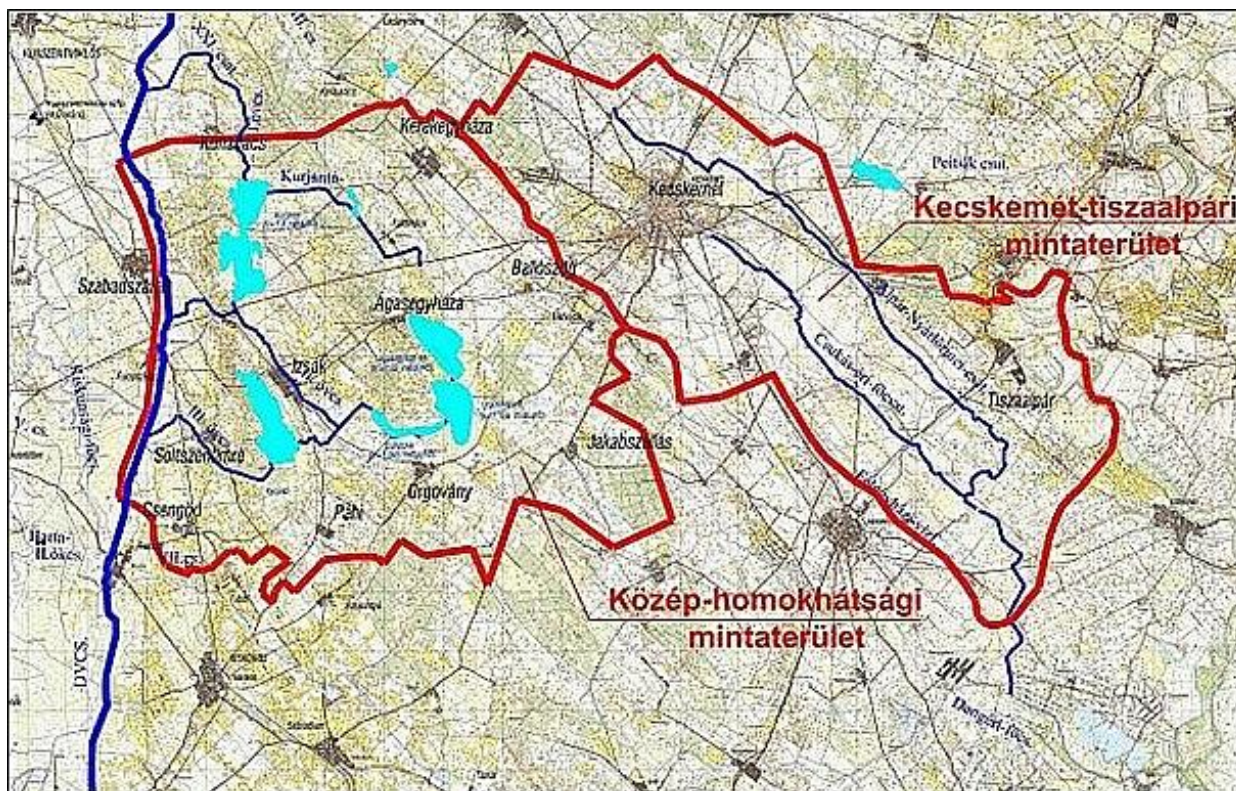
A kutatás során a vázolt problémakör széleskörű áttekintéséhez a vonatkozó szakirodalmi eredmények kerülnek bemutatásra, melyek első sorban az alábbi témákat érintik: Duna-Tisza közti Homokhátság éghajlati, vízháztartási viszonyai, vegetációtörténet a XVIII.sz.-tól napjainkig, valamint mindezek várható alakulása az éghajlatváltozással összefüggésben.

A rövid szakirodalmi áttekintés után fő cél a „Duna-Tisza közti Homokhátság térségében elhelyezkedő két mintaterületen a klímaváltozásból eredő hatások enyhítése és az alkalmazkodás lépéseinek megalapozása céljából megvalósítandó mintaprojekt” célkitűzéseinek, tervezett

beavatkozásainak és várható eredményeinek ismertetése, melyek az elkészült Részletes Megvalósíthatósági Tanulmányok, vízjogi létesítési engedélyes tervek és környezeti hatástanulmányok eredményei alapján kerülnek összegzésre. A tervezett beavatkozások eredményeinek bemutatására alkalmazott módszerek közül két témát szükséges kiemelni: a talajvízszintre gyakorolt hatások modellezését, valamint az ökológiai vízigény meghatározásának gondolatmenetét.

A talajvízszintre gyakorolt várható hatások bemutatására a vízháztartási vizsgálatokhoz kidolgozott háromdimenziós felszín alatti hidrodinamikai modell került alkalmazásra (Simonffy Z. és BME munkatársai). A háromdimenziós, Processing MODFLOW környezetben felépített modell tartalmazza a szabad-felszín felső vízadó réteget és a féligáteresztő réteggel fedett mélyebb vízadót, ahonnan az ivóvízkivétel történik. A tározók hatását a beszivárogtatott víz mennyisége (a vízháztartási számítások eredménye) alapján került beépítésre a modellbe, szétosztva az adott tározóval érintett cellák területén. A beszivárogtatás által megemelt talajvízszintek

miatt a tározók környezetében megnövekszik a talajvízből származó párolgás. Ez a hatás a talajvízforgalom korrekciójaként szerepel a modellben. A megváltozott talajvízállással összhangban lévő párolgási többletet több lépésben, több próbával lehetett megállapítani. A modell, regionális jellegének megfelelő pontossággal adja vissza az 1995-2010 időszakban mért átlagos talajvízszinteket, azonban a kalibráció során kapott eltérések helyenként meghaladják az 1 m-t. Ez a pontosság érvényes a jövőre vonatkozó szimulációkra is. A regionális modell eredményei alkalmasak a regionális vízháztartási és áramlási viszonyok elemzésére, de közvetlenül nem használhatók fel a tározók környezetében kialakuló vízszintek elemzésére, hiszen itt a terep alatti vízmélység és a várható talajvízszint emelkedés is nagyjából ilyen nagyságrendű. A beszivárogtatás hatására kialakuló vízszintek az eredeti vízszint és a szimulált változás összeadásával számíthatók. A tározók környezetében kialakuló vízszinteket úgy számítható, hogy a jelenlegi mért/becsült talajvízszintekhez hozzá kell adni a modellezés alapján megállapítható talajvízszint-emelkedés értékeit.



3. ábra. A mintaprojekt által érintett területek lehatárolása
Figure 3. Location of the sample areas

1. táblázat. A mintaterületek alapadatai
Table 1. Basic data of the sample areas

Érintett települések	Érintett terület nagysága	Érintett lakosok száma
Nyugati mintaterület		
Ágasegyháza, Ballószög, Csengőd, Fülöpháza, Fülöpszállás, Helvécia, Izsák, Jakabszállás, Kerekegyháza, Kunadacs, Orgovány, Páhi, Soltszentimre, Szabadszállás	Kb. 1000 km ²	Bács-Kiskun megye lakosságának 8,2%-a, 43 160 f
Keleti mintaterület		
Tiszaalpár, Kecskemét, Városhíd, Kiskunfélegyháza, Nyárlőrinc, Gátér, Kunszállás, Pálmonostora, Tömörkény	Kb. 950 km ²	a Dél-Alföldi Régió lakosságának 12,2%-a, 159 147 f

2. táblázat. Érintett védett természeti területek és természetvédelmi szempontból értékes területek, melyeken a tervezett beavatkozások hatásai érvényesülnek

Table 2. Protected natural areas which are affected by the technical interventions

Érintett terület	Védettség (a mintaterületeken)	FAVÖKO társulások, melyek egyben Natura 2000 jelölés helyek, Natura 2000 kóddal jelölve*
Nyugati mintaterület		
Felső-kiskunsági turjánvidék	Natura 2000 természet-megőrzési terület	3160 Természetes disztróf tavak és tavacskák 6440 Folyóvölgyek mocsárrétei 7210 Meszes lápok télisással (<i>Cladium mariscus</i>) és a <i>Caricion davallianae</i> fajaival
Fülöpházi homokbuckák	Nemzeti Park terület, Natura 2000 természet-megőrzési terület	1530 Pannon szikes sztyeppék és mocsarak 91N0 Pannon homoki borókás-nyárasok (<i>Junipero-Populetum albae</i>)
Fülöpszállás-Soltszentimre-Csengeri lápok	területünkön Natura 2000 madárvédelmi és természet-megőrzési terület	6410 Kékperjés láprétek meszes, tőzeges vagy agyagbemosódásos talajokon 6440 Folyóvölgyek mocsárrétei 7230 Mészkevelődő üde láp- és sásrétek 91E0 Enyves éger és magas kőrös alkotta ligeterdők
Ágasegyháza-orgoványi rétek	Nemzeti Park terület, Natura 2000 természet-megőrzési terület	6410 Kékperjés láprétek meszes, tőzeges vagy agyagbemosódásos talajokon 6440 Folyóvölgyek mocsárrétei 91N0 Pannon homoki borókás-nyárasok (<i>Junipero-Populetum albae</i>)
Fülöpházi Hosszú-rét	Natura 2000 természet-megőrzési terület	6410 Kékperjés láprétek meszes, tőzeges vagy agyagbemosódásos talajokon 7210 Meszes lápok télisással (<i>Cladium mariscus</i>) és a <i>Caricion davallianae</i> fajaival
Izsáki Kolon-tó	Nemzeti Park terület, Natura 2000 madárvédelmi, természet-megőrzési terület és Ramsari terület	3150 Természetes eutróf tavak <i>Magnopotamion</i> vagy <i>Hydrocharition</i> növényzettel 3160 Természetes disztróf tavak (láptavak) 6410 Kékperjés láprétek meszes, tőzeges vagy agyagbemosódásos talajokon 6440 Folyóvölgyek mocsárrétei 7210 Meszes lápok télisással (<i>Cladium mariscus</i>) és a <i>Caricion davallianae</i> fajaival 91E0 Enyves éger és magas kőrös alkotta ligeterdők 91F0 Keményfás ligeterdők nagy folyók mentén <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Fraxinus</i> fajokkal 91N0 Pannon homoki borókás-nyárasok (<i>Junipero-Populetum albae</i>)
Keleti mintaterület		
Tisza Alpár-bokrosi ártéri öblözet	nemzeti park, Natura 2000 madárvédelmi és természet-megőrzési terület	3130 Oligo-mezotróf állóvizek (törpekákás iszapnövényzet) 3150 Természetes eutróf tavak <i>Magnopotamion</i> vagy <i>Hydrocharition</i> növényzettel 6440 Folyóvölgyek mocsárrétei 91E0 Enyves éger és magas kőrös alkotta ligeterdők 91F0 Keményfás ligeterdők nagy folyók mentén <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Fraxinus</i> fajokkal
Csongrád-Bokrosi Sóstó	Natura 2000 madárvédelmi, természet-megőrzési és Ramsari terület	1530 Pannon szikes sztyeppék és mocsarak
Gátéri Fehértó	Natura 2000 madárvédelmi és természet-megőrzési terület	1530 Pannon szikes sztyeppék és mocsarak

*A FAVÖKO társulásokat a 2015-ös OVG 6-7. háttéranyag alapján válogattuk le az egyes Natura 2000 adatlapok jelölés helyei közül.

Külön említést érdemel az ökológiai vízigény meghatározásának módszere. A Víz Keretirányelv óta létező fogalom definiálására számos változat született, azonban talán szakmai körökben leginkább elfogadott Dévai és munkatársai által 1998-ban bevezetett megfogalmazás, amely szerint: „az a vízmennyiség és vízminőség, ami valamely földrajzi térség valamennyi adottságához alkalmazkodott élővilág alapvető létfeltételeit korlátozás nélkül biztosítja, azaz a rá jellemző szerkezeti (strukturális) és működési (funkcionális) sajátosságok szabályszerű

és folyamatos fenntartásához szükséges. A mennyiségi és a minőségi követelményrendszernek mindig együttesen kell érvényesülni!” A reális ökológiai vízigény meghatározásakor azt kell végiggondolni, hogy a terület természet-szerkezetének mely elemei, milyen társulások azok, amelyek rekonstrukciója és fenntartása ténylegesen megvalósítható a tájhasználatok jelenlegi keretei között – ugyanis számos élőhely esetében a néhány 100 vagy akár néhány 10 évvel ezelőttihez hasonló állapotok már nem tudnak regenerálódni. Az ökológiai cél a ma még fennál-

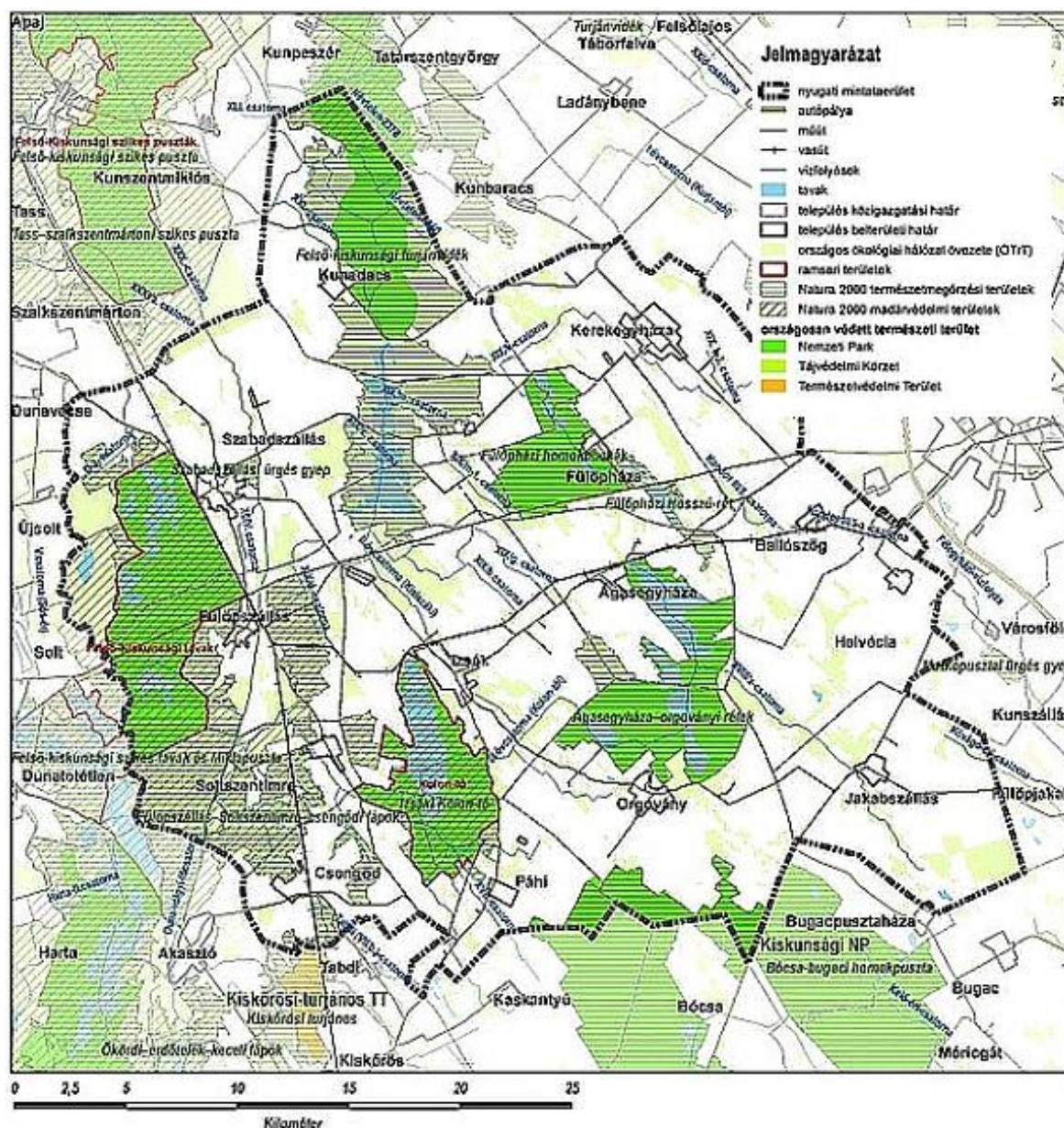
ló természeti értékek fenntartása, ehhez viszont nem tetsz leges múltbéli állapotokat, hanem a jelenlegi természeti értékek természetes körülmények közötti korábbi létezésének körülményeit kell feltárnunk. Ennek jegyében az ökológiai vízigény meghatározásánál a meg rzend él helyek nem degradálódó állományainak (referenciaközösségek) és a területen el forduló Natura 2000 jelöl fajok ökológiai vízigénye (vízmennyiség), valamint a vízmennyiségek id beli elosz lása (felszíni vízborítás mértéke/ideje, jellemz talajvízigény, nyári minimum talajvízszint) alapján került meghatározásra. A vízmin ségi tényez a Homokhát-ságon leginkább két speciális vízmin ség-igény vizes és helytípus esetén került figyelembevételre: a lápok és szikes tavak esetén.

A tervezési területek ismertetése

A tervezett beavatkozásokkal érintett térség a Nyugati (Közép-homokhátsági) mintaterület esetén a Homokhát-

ság Kecskeméttől nyugatra a Dunavölgyi-f-csatornáig húzódó területe, a Keleti (Kecskemét-tiszaalpári) mintaterület esetén pedig a Homokhátság Kecskeméttől délkeletre húzódó területe. A mintaprojektek által érintett területek lehatárolását a 3. ábra mutatja be, míg az érintett területnagyságok és lakosok száma az 1. táblázatban látható. A mintaterületek lehatárolása részben a vízgyjt területek, részben az érintett települések közigazgatási területei alapján történtek.

A mintaprojektek által érintett Natura 2000 területeket, védett természeti területeket, valamint természetvédelmi szempontból jelentős területeket a 4-5. ábrák mutatják be. A tervezési területeken elhelyezkedő védett természeti területek, valamint természetvédelmi szempontból jelentős területek közül azonban a tervezett beavatkozások nem mindegyikre vannak számottevő hatással – amelyekre ténylegesen kimutatható hatással vannak, azokat a 2. táblázat foglalja össze.



4. ábra. A Nyugati mintaterület által érintett természetvédelmi szempontból értékes területek

Figure 4. Protected natural areas which are affected by the technical interventions of the Western project

- szárazság idején a Csongrád-Bokrosi Sóstó és a Gátéri Fehértó vízpótlása.
- A mintaterület és annak vízgazdálkodási rendszeréhez kapcsolódó szomszédos, aszály sújtotta térségek mez gazdasági problémáinak enyhítése, a térség gazdasági fejlődésének elő segítése, vízpótló rendszer üzemeltetésével.
 - Az üzemelés energia hatékonyságának javítása megújuló energiaforrásoknak a rendszerbe való bekapcsolásával.
 - A rendszer üzemelése monitorozási feladatainak ellátása.

Felmerülhet a kérdés, hogy a két célterületen tervezett beavatkozások miért min sühetnek mintaprojekteknek. Azért tekinthet k mintaprojekteknek, mert minkét mintaterület azt mutatja be, hogy a Hátság általános problémáinak enyhítését célzó intézkedéseket hogyan lehet igazítani a terület sajátosságához. Mindkét mintaterületen els dleges fontosságú a vízhiány mérséklése és a meglévő vizes élő helyek meg rzése, kiterjesztése a Nemzeti Park Igazgatóság igényeinek figyelembevételével, azonban a Nyugati mintaterület esetén ez els sorban vízviszartartással és száraz idő szakban felszíni vízből vízkivétellel; míg a Keleti mintaterület esetén els sorban felszíni vízből víztörtén vízkivétellel valósul meg, amely kiegészül a tisztított szennyvizek visszartartásával, valamint a tisztított szennyvizek öntözéssel való hasznosításával – ezáltal a gazdálkodás feltételeinek közvetlen javításával. A pro-

jektek tervezése, megvalósítása és üzemeltetése során széles kör tapasztalatok szerezhet ek a vízpótló és vízviszartartó beavatkozások hatásosságával kapcsolatban. Az e területeken beváló megoldások jó eséllyel adaptálhatók az ország bármely más – kisebb széls ségekkel rendelkező vidékére. A beavatkozások tekintetében a mintaprojekt jelleget els sorban az adja, hogy választ kapunk arra a kérdésre, hogy a visszatartott, pótoltt felszíni vízkészlet milyen mértékben, mekkora területen és milyen tartóssággal képes hozzájárulni:

- az ökológiai vízigény kielégítéséhez
- a nem kívánatos sivatagosodási folyamatok fékezéshez
- a felszín alatti vízkészletekben tapasztalható hiány mérsékléséhez.
- a talajvízszint további csökkenése megállításához, hosszabb távon esetleg emeléséhez
- az érintett élő világ életfeltételeinek javulásához.

A kialakítandó rendszer arra a hipotézisre épül, hogy a tavakban, természetes mélyületekben, csatornáknál visszartartott, vagy pótoltt víz léte, jelent sen javítja a terület ökológiai folyamatokban részvev talajnedvesség szintjét és mikroklímáját. A tájhasználati változások megjelenésével a hatások reményeink szerint a lokálisból a mintaterületek szintjére emelkedhetnek. A 3. táblázat a mintaterületek megvalósításából les rhető, akár más projektek során is figyelembe vehet kritériumokat mutatja be.

3. táblázat. A mintaterületek mintaprojektként való felhasználhatósága

Table 3. Sample areas as pilot projects in Hungary

Minta kritérium	Honnan tudjuk?	Mi a példaérték?
Eredményesség, mint példa		
Élő helyek állapota (hatás indikátor) a hatásterületen (ha)	Tervezett ökológiai monitoring rendszer adatai alapján	Elmozdulás a jónak tekintett állapotok irányába, a degradáció megszűnése
Talajvízszint lokális változás (hatás indikátor)	Figyelő kút hálózat adatai alapján	Lokális emelkedés, térségi emelkedés
Tájji adottságoknak megfelelő gazdálkodás <i>Ez még nem ennek a projektnek a része, de a projekt hozzájárulhat ehhez is.</i>	<i>Részvev gazdák által megvárt terület</i>	Vízmegetartással is dolgozó gazdaságok megjelenése a területen.
Működés, mint példa		
Vízpótlási igény kielégítettségi szintje = Bevezetett mennyiség/Igényelt mennyiség % Fontos tudni, hogy ha hiány lépett fel, az készlet hiányra, vagy ráfordítás hiányra esetleg vízminőségi problémára vezethető vissza.	Mérhető a bevezetett víz mennyisége alapján, illetve a hiányjelenségek elemzésével	>90 %
A vízviszartartás hatékonysága = Visszatartott készlet/visszartartható készlet	Lefolyás adatokból egyértelműen megadható	>80 % aszályos évben
Az Ökológiai vízigény kielégítettségi szintje egy adott évben	Készlet rendelkezésre állása (esetünkben 14 millió m ³)	>80 % aszályos évben
A felszín alatti készletből kivett települési vízellátás során keletkező tisztított szennyvíz helybentartása, beszívárogtatása, talajvízháztartás javítása céljából* = Visszatartott tisztított szennyvíz / keletkezett tisztított szennyvíz	Mérhető a keletkező és tározott mennyiségek alapján	Visszatartott tisztított szennyvíz mennyisége >50 %
Üzemeltetési problémák gyakorisága Itt is érdekes, hogy a problémákat mikor szakai vagy szervezeti gondok, vagy ráfordítás hiány okozza-e.	Üzemi adatok	Az elfogadott szokásos szintnél nem gyakoribb
Megújuló energia használatok költségcsökkentő hatása, megtakarítási arány %	A ráfordítás adatok alapján összevethető a megújuló nélküli esettel	>60 %

*A tisztított szennyvíz visszartartásának eredményességét csak a Keleti mintaterület tapasztalatai mutathatják.

EREDMÉNYEK

Nyugati mintaterület

Ökológiai vízigény meghatározása

Az „Alkalmazott módszerek” c. fejezettel összhangban a mintaterületen belül ökológiai vízigénynek azt a vízmennyiséget és vízminőséget tekintjük, amivel célterületként kijelölt tavak és nagyterjedésű mélyfekvésű területek és újonnan kialakítandó vízes élőhelyek meghatározó és várható élőhelytípusai esetén elérhető a funkció által (szármez, beszívárogatás) megengedett legjobb ökológiai állapot. A célterületként kijelölt tavak

és nagyterjedésű mélyfekvésű területekhez hozzárendelhetők a domináns társulások és ezek vízborítási tartománya. A vízborítás, illetve a fenékszint/terepre vonatkozó adatok alapján meghatározhatók az élőhelyek tavasz végi természetvédelmi szempontból minimális és optimális szintjei is. A morfológiai jelleggörbék alapján pedig a vízszintek víztérfogatokká konvertálhatók. A 4. táblázat a mintaterületen természetvédelmi szempontból kijelölt tavakra és mélyfekvésű területekre (tározókra) jellemző társulásokat, illetve vízszinteket és térfogatokat tartalmazza.

4. táblázat. A mintaterület tavaira és tározóira vonatkozó ökológiai követelmények

Table 4. Ecological demands for lakes and reservoirs of the sample areas

Tó/tározó területe	Várható társulások	Meghatározó társulás és vízborítás	Jellemző fenékszint [m B.f.]	Minimális és optimális kritérium	
				vízszint [m B.f.]	térfogat [10 ⁶ m ³]
Kolon-tó max: 1190 ha NATURA 2000: Izsáki Kolon-tó (4500 ha)	a szélek felé csökkenő vízborításhoz alkalmazkodva: eutróf és disztróf tó, zsombékos, szikes mocsár, meszes lár, lárprét	eutróf és disztróf tó: 130 cm (stabil), extrém nedves években + 20 cm, nyáron is > 100 cm vízborítás	95,65	minimum: (96,95) 96,92 optimum: ua.	minimum: 6,5 optimum: ua.
Kurjantó: max: 800 ha NATURA 2000: Felső-Kiskunsági turjánvidék) (2454 ha)	szikes mocsár, télisásos meszes lár, lárprét, mocsárrét	szikes mocsár, télisásos mocsárrét: 50 – 70 cm, extrém nedves években + 10 – 30cm, nyáron ritkán kiszárad.	95,0	minimum: (95,50) 95,54 optimum: (95,70) 95,80	minimum: 1,6 optimum: 1,8
Kondor-tó Szívós-szék, Hattyú-szék max: 325 ha NATURA 2000: Fülöpházi homokbuckák (2120 ha)	u.a.	hasonló a Kurjantóhoz, de a mélyebb részeken sohasem szárad ki. extrém nedves években + 10 – 30 cm	Kondor-tó: 103,50	minimum: (104,00) 104,03 optimum: (104,20) 104,15	minimum: 1,15 optimum: 1,7 (nagyobb terület miatt)
Hosszú-rét max: 150 ha NATURA 2000: Fülöpházi Hosszú-rét (467 ha)	télisásos lárprét (csak a magasabb vízborítás esetén), lárprét, mocsárrét	télisásos lárprét 50 – 70 cm-es, egyébként, extrém nedves években + 10 – 30 cm, rendszeres kiszáradás	105,0 (gyökér-zónás kotrással)	minimum: 105,50 optimum: 105,70	minimum: 0,30 optimum: 0,80
Ágasegyházi-rét max: 770 ha NATURA 2000: Ágasegyházi-, Orgoványi rétek (4300 ha)	nádas, zsombékos, szikes mocsár, télisásos meszes lárprét, lárprét, mocsárrét	szikes mocsár, télisásos meszes lárprét 50 - 70 cm-es vízborítással, a extrém nedves években + 10 -30 cm, mélyebb rész nem szárad ki.	104,0 a mocsár zónának megfelel : 104,3	minimum: 104,80 optimum: 105,00	minimum: 2,3 optimum: 3,7
Orgoványi-rét max: 1060 ha NATURA 2000: mint Ágasegyházi-rét	mint az Ágasegyházi-rét, de a nádas-zsombékos rész hiányzik.	mint az Ágasegyházi-rét, de az évek 50%-ában kiszáradhat	104,0	minimum: (104,50) 104,45 optimum: (104,70) 104,63	minimum: 1,5 optimum: 2,5
Csira-szék max: 116 ha NATURA 2000: mint Ágasegyházi-rét	mint az Ágasegyházi-rét	mint az Ágasegyházi-rét	103,0 a mocsár zónának megfelel : 103,40	minimum: (103,90) 103,92 optimum: (104,10) 104,18	minimum: 0,7 optimum: 1,0
Összesen:					minimum: 14,0 optimum: 17,5

Az ökológiai vízigény a reális lehetőségek által megengedhető optimumnak tekinthető, így az egyes tavak/tározók területére jellemző, valamint a várhatóan kialakuló, célállapotként tekinthető társulások

vízigényének biztosítását fedező vízmennyiségként értelmezzük. A nyugati mintaterület egy számmal kifejezett átlagos éves ökológiai vízigénye tehát 14 millió m³.

A tervezett m szaki beavatkozások

A Nyugati mintaprojekt vízhiány megoldására két irányt határoz meg. Egyrészt a helyi természetes vízkészletek megtartását maximalizáló üzemelési rend kialakítását kezdeményezi, és teszi lehetővé m szaki megoldások segítségével. Másrészt a vízhiányos időszakokban a Duna-völgyi-f csatornából vízpótlással biztosítja a természetvédelem számára szükséges, legalább a minimális igény szintnek megfelelő vízállapotokat a vizes élőhelyeken. Továbbá a vízváltató közelében lévő vízállások területek vízpótlásával el idézett beszivárgással lokálisan mérsékelhet a talajvíz szintjének csökkenése.

A tervezett beavatkozások közül négyféle változat merült fel, melyek közül a „D” változat került kiválasztásra többkritériumos elemzés segítségével:

- „A” változat: – a Duna-völgyi-f csatornából (a továbbiakban: DVCS) történő vízpótlás nyomócsövön a Hosszúréti tározóba jórészt az 52. sz. út mellett.
- „B” változat: Az „A” változat alváltozata, a víz továbbítása csak egyes szakaszokon történik nyomócsővel, másutt nyílt, gravitációs vízelvezetéssel.
- „C” változat: A csapadék visszatartásra épülő változat, vízpótlást nem tartalmaz.
- „D” változat: Megtartja a „C” változat legtöbb elemét és kiegészíti DVCS-ből történő, megújuló energiára épülő, több szakaszos vízpótlással.

5. táblázat. A Közép-Homokhátsági belvíztározók üzemeltetési adatai

Table 5. Maintenance data of excess water retention reservoirs in the middle of the Danube-Tisza sand plateau region

	Tározó	vízkár-elhárítási szabályzat			
		vízszint		térfogat	
		min	max	min	max
	neve	m B.f.	m B.f.	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³
1.	Kolon-tó	96.17	96.95	0.51	6.51
2.	Csíra-szék	101.58	104.33	0.00	1.04
3.	Orgoványi-rét	102.40	105.13	0.00	7.20
4.	Ágasegyházi-rét	103.22	105.52	0.00	7.25
5.	Kurjantó	94.80	96.04	0.42	7.49
6.	Kondor-tó	103.64	104.64	0.00	3.44
	ÖSSZESEN:			0.93	32.93

A térségben hat nagy (Kolon-tó, Kurjantó, Kondor-tó, Ágasegyházi-rét, Orgoványi-rét, Csíra-szék) és tó, illetve vízállásos terület található. Ezek a tavak meglevő tározási lehetőségek tekinthetők, hiszen a vízgazdálkodás szabályozási feltételei már kiépültek, miután ezeket az 1970-es években belvízi szükségeltározásra jelölték ki. Ez a belvíztározási igény mára már megszűnt, viszont ezek a területek jelenthetik a vízpótlás és visszatartás helyszíneit (a belvíztározók üzemeltetési adatait és tározási kapacitásait az 5. táblázat foglalja össze). A meglevő tározási lehetőségeket a tervezett Hosszúréti tározó egészíti ki, melynek tervezett tározási szintje 106,50 mBf. Ezen vízszintnél mintegy 6-800 ezer m³ víz lenne tározható a Hosszúréten, azonban a tározó viszonylag kis vízgyűjtője miatt a tározó feltöltése és vízpótlása csak erősen csapadékos években lehetséges.

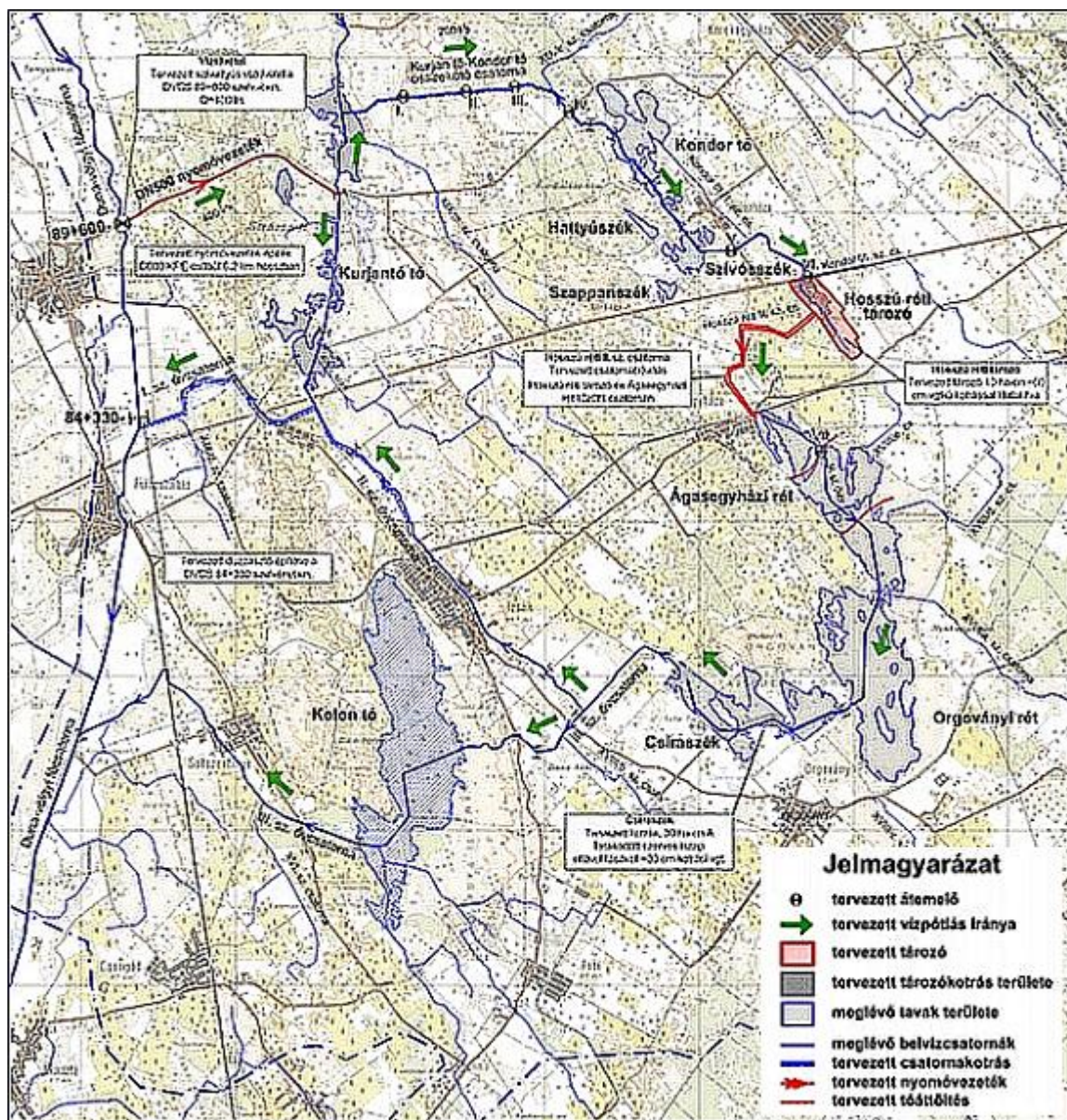
Az elfogadott változat szerint a vízpótlás a DVCS vízkészletéből történik, 400 l/s vízhozammal, ami a DVCS-ben egész évben rendelkezésre áll, és biztonságosan kivehető. A vízkivétel 400 l/s-os vízhozama úgy került meghatározásra, hogy az az éves ökológiai vízigény (kb. 14 millió m³/év) biztosításához szükséges többlet vízigény kielégítését (kb. 5-5,5 millió m³) biztonságosan lehetővé tegye. A vízpótláshoz szivattyús vízkivétel tervezett a DVCS-ből, a Szabadszállás - Kerekegyházi út mellé, a DVCS 89+600 szelvényébe. Az átemelő egy D500-as KPE csővel vezeti el a vizeket a közút mellett, azzal párhuzamosan a Kurjantóba, a Balázspusztai zsilipig. Itt egy osztómű épül, mellyel két irányba oszthatók szét a vizek, egyrészt az I. övcsatornán a Kurjantó alsó részébe, másrészt pedig a Kurjantó felső részén a Kurjantó min. 95,80 mBf vízszintre történő feltöltésével a Kurjantó-Kondor-tó összekötő-csatorna torkolatához juttathatók el.

A fennsíki területre történő vízpótlás a Kurjantó-Kondor-tó összekötő csatornán történik, úgy, hogy a meglevő bögézműtárak felhasználásával a bögéknél 200 l/s-os átemelő könnyen keresztül jutnak a vizek a következő bögébe, és így 6 db átemeléssel a rendszer felső pontjába a Hosszúréti tározóba lehet a DVCS-ből kivett vizeket eljuttatni. Innen a többletvizek egy része továbbvezetésre kerül egy vízleadóműtárgy és egy új csatorna építésével (Hosszúréti II. csatorna). Ez utóbbi a III. sz. övcsatorna végébe csatlakozik be. Ezzel a vízleadással az Ágasegyházi tározóba lehet vízpótlást biztosítani, és a III. övcsatornán keresztül továbbvezethetők a vizek az Orgoványi-rétre, a Csíra-székre, majd tovább a II. övcsatornába is.

A vízkivétel és az átemelő energia-ellátását környezetvédelmi és költségtakarékossági szempontok miatt napelemes áramtermeléssel tervezett, melyhez megújuló energia telepek létesítése szükséges az egyes vízkivételi művek, szivattyútelepek térségében. Mindezek mellett részben új kisműtárak és más beavatkozások, részben új működési rend bevezetésének segítségével a vízgyűjtő területen lecsapadékok területen tartása tervezett a lehető legnagyobb mértékben, mely az ökológiai vízigény kielégítésére felhasználható. A tervezett beavatkozásokat a 6. ábra mutatja be.

Várható eredmények

Az éves ökológiai vízigény (kb. 14 millió m³/év) biztosításához szükséges többlet vízigény kielégítését (kb. 5-5,5 millió m³) a tervezett rendszer biztonságosan lehetővé teszi. A fennsíki területre eljuttatható 2,6 millió m³/év normál üzem és 4,75 millió m³/év vészhelyzeti vízpótlás a teljes fennsíki területen a természetes csapadékból idejű vízmennyiség visszatartását és itteni hasznosítását illetően is lehetővé teszi, ugyanis a tervezett vízpótlási lehetőség miatt a mélyebb területekre a fennsíki területről vízpótlási célú vízvezetésre nincs szükség. A 6. táblázat mutatja be a működés során alkalmazott szinteket és mennyiségeket. A 14 millió m³ első sorban a vízpótlás szempontjából cél, a vízhiányos időszakokban. Vízből segítség esetén, ahol ez szükséges elérhető a természetvédelmi szintet és tartható több mint 17 millió m³ víz a rendszerben.



6. ábra. Áttekintő ábra a Nyugati mintaprojektben tervezett létesítményekről (a tervezett vízpótlás irányával)
Figure 6. Overview of the interventions in the Western sample area (with the planned direction of the water flow)

6. táblázat. A tervezett természetvédelmi szabályozási szintek
Table 6. Planned regulation of water level considering nature conservation

	Tározó Neve	Természetvédelmi optimumok		Tavankénti ökológiai minimum	
		vízszint	térfogat	térfogat	vízszint
		mBf	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	mBf
1	Kolon-tó	96,95	6,5	6,5	96,95
2	Csira-szék	104,18	0,9	0,6	103,92
3	Orgoványi-rét	104,63	2,5	1,5	104,5
4	Ágasegyházi-rét	105,01	3,7	2,3	104,8
5	Kurjantó	95,8*	1,8	1,6	95,54
6	Kondor-tó	104,15	1,5	1,0	104,03
ÖSSZESEN:			16,9	13,5	
Hosszú-réti		106,0	0,3	0,25	
Szívós-szék			0,15	0,15	
Összesen			17,35	13,9	

* csak az osztóm tárgy feletti északi részen a tovább vezetés biztosítására

További várható eredmény, hogy a rendszer működésével a talajvízszint is emelkedni fog, ugyanis a terület vízpótlása a tározókból történő beszivárgáson keresztül

valósul meg (a Kolon-tó kivételével, itt ugyanis a talajvíz a jövőben is hozzájárul a tó táplálásához). A becslések, modellezések szerint a beszivárogtatás talajvízszint emelő hatása gyakorlatilag az egész mintaterületre kiterjed. A vízszintemelkedés mértéke az átlagos időszakban a tározók közelében 50 és 150 cm között változik (7. táblázat).

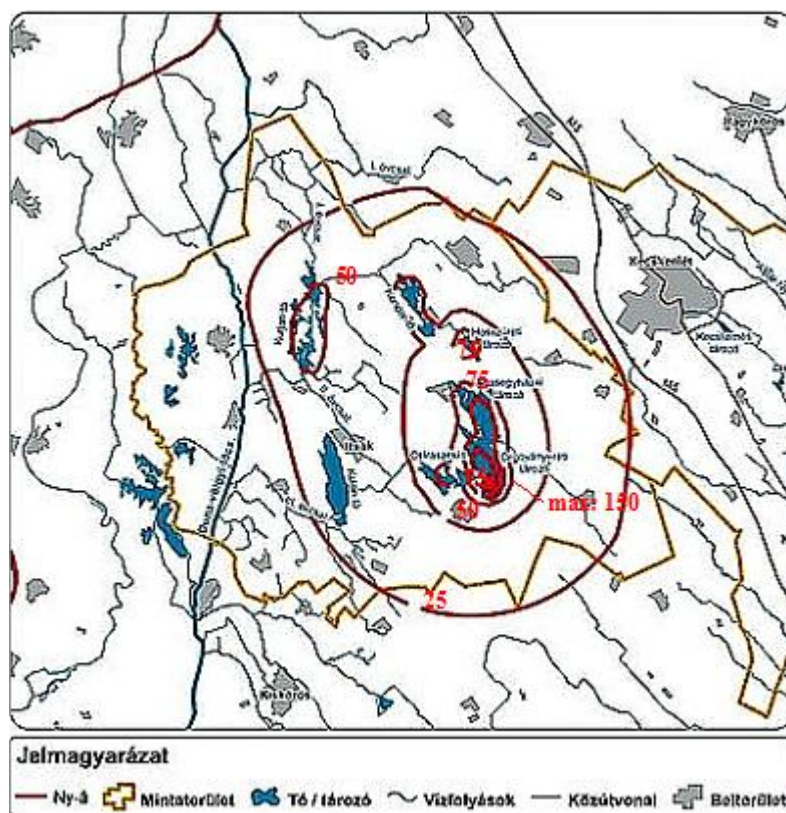
7. táblázat. Jelenlegi és várható talajvízviszonyok a tározók alatt

Table 7. Current and expected groundwater levels under the reservoirs

Tó/Tározó	A jelenlegi talajvízszint a mederfenékhez képest (m)		Várható talajvízszint a mederfenékhez képest (m)	
	átlagos	nedves	átlagos	nedves
Hosszúréti tározó	-1,40	-0,90	-0,50	0,15
Ágasegyházi tározó	-1,29	-0,58	-0,19	0,77
Orgoványi tározó	-1,30	-0,80	0,20	0,80
Csíraszéki tározó	-1,02	-0,52	-0,22	0,38
Kondor-tó	-1,24	-0,74	-0,59	0,01
Kurjantó	-0,83	-0,53	-0,23	0,27

A beszivárgás hatásra várható talajvízszint-emelkedés a területre kidolgozott, korábban már hivatkozott felszín alatti modell segítségével számítható. Az 1x1 km-es felbontás lokális vizsgálatokra nem alkalmas, de a területi hatások elemzésére igen. A jövőre vonatkozó szimulált

vízszintekből kivonva a bázis id. szak vízszintjeit a talajvízszint-emelkedés elfogadható pontossággal becsülhető. Az ilyen módon számított talajvízszint-emelkedéseket a 7. ábra mutatja be a teljes mintaterületre vonatkozóan „átlagos” beszivárgás feltételezésével (70 mm/év).



7. ábra. Átlagos id. szakban várható vízszintemelkedések (cm)

Figure 7. Expected rising of the groundwater level in a period of average weather conditions (cm)

A projekt fő célja az 1995-ig kialakult talajvízszint-süllyedés kompenzációja. Ennek mértéke a Kolon-tó és a Kurjantó környezetében 0,5 m körüli, míg a Kondor-tó és a többi tározó környezetében a vízszintsüllyedés 1 m körül volt. A tervezett beavatkozások várható eredményeként a Kondor-tónál az emelkedés kisebb, mint a süllyedés. A Kurjantónál és a többi tározónál az emelkedés várhatóan meghaladja a süllyedést.

A projekt várható eredményei jól számszerűsíthetők továbbá az eredményindikátorokkal, melyek kifejezik a tervezett beavatkozások szándékolt következményeit, melyek jelen projekt esetén a vízvisszatartás mértékéhez, az ökológiai vízigény kielégítéséhez, valamint a vízpótlással érintett területek nagyságához köthetők. Az alkalmazott eredményindikátorokat és várható teljesülésüket a 8. táblázat mutatja be.

8. táblázat. A Nyugati mintaprojekt eredményindikátorai
Table 8. Result indicators of the Western project

A mutató megnevezése	Mértékegység	Kiindulási érték	Célérték	A tervezett beavatkozások hatásai („D” változat)
Vízvisszatartás aránya ¹	%	40	>60	95
Ökológiai vízigény kielégítettségi szintje ²	%	55-60	>80	~100
Többlet vízmennyiség ³	m ³ /év	0	5-5,5	9,5
Vízpótlással érintett wetland élőhelyek nagysága ⁴	ha	0	4000	4500

1: A visszatartott víz mennyiségét viszonyítja a potenciálisan visszatartható víz mennyiségéhez, sokévi átlagos értékeket figyelembe véve. A mutató számításához ezeknek a vízkészleteknek a számítására, becslésére van szükség.

2: Az indikátor a tényleges sokévi tavaszvégi átlagos térfogat és az elvárt átlagérték (a minimális és az optimális szintek közötti különbség egyharmada) aránya, amely kifejezi, hogy az átlagos évek mellett általában több száraz év fordul el, mint nedves) hányadosa, amelynek el kell érnie a 80 %-ot.

3: A projekt fontos eleme a vízpótlás, amelynek célja, hogy többlet felszíni vízkészlet jelenjen meg a területen, tehát változik a terület vízbevétele, vagyis a potenciálisan visszatartható készlet mennyisége is. A vízpótlás tervezésének egyik alapkövetelménye, hogy az a területen hasznosuló készleteket növelje, tehát erre vonatkoztatva törekedni kell a 100%-os visszatartási arány elérésére. A visszatartás valójában nem lehet százszázalékos, mert valamilyen belvízvédelmi vagy vízminőségi okból mindenképpen van kivezetendő mennyiség. A rendszer nem működhet állandóan zárt zsilipekkel, hiszen vízmozgásra, vízcsereire szükség van.

Keleti mintaterületen

Ökológiai vízigény meghatározása

Az „Alkalmazott módszerek” c. fejezettel összhangban a mintaterületen belül ökológiai vízigénynek azt a vízmennyiséget és vízminőséget tekintjük, amivel a beavatkozások által érintett Natura 2000-es területeken a projekt keretében megvalósuló létesítmények képesek hozzájárulni az élőhely jó állapotának fenntartásához, valamint a tározókkal újonnan létrehozott vizes élőhelyek esetében elérhető funkció által (szármez, beszívórogtatás) megengedett legjobb ökológiai állapot. Összességében ökológiai vízigénynek azt a vízmennyiséget, víz

minőséget és annak időbeli eloszlását tekintjük, amely biztosítása mellett – a jelenleg reálisan elérhető legnagyobb természetvédelmi értékű élőhely tartható fenn az adott területen. Így a tiszai vízkészletekre alapozott vízpótló rendszer működésének eredményeként a Csongrád-Bokrosi Sóstó és a Gátéri Fehértó Natura 2000 természetvédelmi területe érintett. A vízkivétel ugyan a Tiszaalpár-bokrosi ártéri öblözet közelében, ill. a vízkormányzás részben azon keresztül történik, de ez a védett terület nem beavatkozási célterület. A Gátéri Fehér tó ökológiai vízigényét a 9. táblázat, a Csongrád-Bokrosi Sóstó ökológiai vízigényét pedig a 10. táblázat mutatja be.

9. táblázat. A Keleti mintaprojekten belül a Gátéri Fehér tó ökológiai vízigénye
Table 9. Ecological water demand of Lake Gátéri Fehér in the Eastern sample area

Élőhely neve*	Össz. kiterjedése kerekítve (ha)	Vízigénye (cm)		Időtartam	Víz mennyiség millió m ³)
		felszíni vízborítás	talajnedvesség		
Csillármoszatok szikes hínár (A5)	jelenleg 0	20-50	-	egész évben	-
Zsíókás és sziki kákás szikes mocsarak (B6)	360	10-100	az év jelentős részében vízzel telített	febr. egész évben, de min.febr.-jún.-júni.	0,4 – 3,6
Szikes rétek (F2)	90	5-50	felszíni vízborítástól 180-ig	február-június/július fokozatosan csökken	0,045-0,05
Mézpázsitos szikfokok (F4)	170	5-30	felszíni vízborítástól 180-ig	február-június	0,017-0,5
Szikes tavak iszap- és vakszik növényzete (F5)	jelenleg 0	1-30	felszíni vízborítástól 180-ig	február - május (június)	-
Homoki sztyepprért	2	0	-	-	-
összes	622***				0,5 - 4,6**

* A 2. táblázatban is szereplő 1530 Natura 2000 kódú jelölő élőhely (pannon szikes sztyepppek és mocsarak) tovább bontásával, az ÁNÉR élőhely-kategóriákkal alkalmazásával mutatjuk be az egyes élőhelyek vízigényét (melyeket a Gátéri Fehér tó Natura 2000 terület fenntartási terve alapján összegeztünk).

**Ez az igény egy tájékoztató jellegű szám, amit a jelenlegi vegetációból származtattunk. Nyilvánvaló, hogy a maximális igény jelenleg nem eléggül ki. A tó tényleges ökológiai vízigényét a két szélső érték között kell keresni. Tekintetbe véve a korlátokat is a Gátéri Fehértó ökológiai vízigényét minimálisan 1 millió m³-ben állapíthatjuk meg, amely mennyiség még alkalmas lehet a jelenlegi élőhelyek fenntartására, ha megteremtjük annak a biztosítékát, hogy extrém száraz időszakban el tározórendszeren keresztül nem szennyezett, megfelelő minőségű víz juttatható a tóba.

*** A Natura 2000 adatbázisban 668 ha szerepel. Az 50 hektáros különbség a Natura 2000 adatbázis és a fenntartási terv értékei között adódhat abból, hogy a fenntartási terv részletesebb ÁNÉR beosztást alkalmazott, pontosabban azonosította és a teljes területből kivette a rontott felületeket.

10. táblázat. A Keleti mintaprojekten belül a Csongrád-Bokrosi Sóstó ökológiai vízigénye
Table 10. Ecological water demand of Lake Csongrád-Bokrosi Sóstó in the Eastern sample area

Élőhely neve*	Össz. kiterjedése kerekítve (ha)	Vízigénye (cm)		Időtartam	Víz mennyiség millió (m ³)
		Felszíni vízborítás	Talaj-nedvesség		
Csillármoszatok szikes hínár (A5)	0	20-50	-	egész évben	-
Zsíókás és sziki kákás szikes mocsarak (B6)	180	10-100	az év jelentős részében vízzel telített	febr. egész évben, de min.febr.-jún.-júl.	0,2-1,8
Szikes rétek (F2)	50	5-50	felszíni vízborítástól 180-ig	február-június/július fokozatosan csökken	0,025-0,25
Mézpázsitos szikfokok (F4)	90	5-30	felszíni vízborítástól 180-ig	február-június	0,045-0,27
Szikes tavak iszap- és vakszik növényzete (F5)	0	1-30	felszíni vízborítástól 180-ig	február - május (június)	-
Homoki sztyepprért		0	-	-	-
összes kerekítve					0,3-2,3**

* A 2. táblázatban is szereplő 1530 Natura 2000 kódú jelölő élőhely (pannon szikes sztyepppek és mocsarak) tovább bontásával, az ÁNÉR élőhely-kategóriákkal alkalmazásával mutatjuk be az egyes élőhelyek vízigényét (melyeket a Csongrád-Bokrosi Sóstó 2000 terület fenntartási terve hiányában a Gátéri Fehér tó élőhelytípusai – és azok %-os megoszlása – alapján összegeztünk).

** Ez az igény egy tájékoztató jellegű szám, amit a jelenlegi vegetációból származtattunk. Nyilvánvaló, hogy a maximális igény jelenleg nem eléggül ki. A tó tényleges ökológiai vízigényét a két szélső érték között kell keresni. A Csongrád-Bokrosi Sóstó minimális, a jelenlegi helyzet fenntartását lehetővé tevő ökológiai vízigényét 1 millió m³-ben határozzuk meg.

A mintaterületen a beavatkozással érintett, N2000-es szikes tavakon kívül találhatók olyan természetes mélyületek, amelyek tározóterületként jöhetnek szóba. Ezek jelenleg nem védett területek, rajtuk zömmel rétek, legel k vannak, de amelyek vízzel történ ellátása a jelenlegi degradált gyepeknél jóval természetesebb tavi, mocsári, mocsárréti társulások kialakulását tennék lehetővé. Ezen potenciális társulások vízigényét is számba vesszük az ökológiai vízigény becslésénél. Az ökológiai vízigény szempontjából figyelembe vehet tározóterületek és kiterjedésük, melyeket a 11. táblázat mutat be. Az ökológiai vízigény szempontjából inkább az édesvíz mocsári jelleg vizes élőhelyek vízigényét kell figyelembe venni, mert a tározótér kialakítható természet szer társulásai a mocsári és mocsárréti társulások.

11. táblázat. A Keleti mintaprojekten belül a tervezett tározók ökológiai vízigénye

Table 11. Ecological water demand of the planned reservoirs in the Eastern sample area

Tározótér neve	Felülete (ha)	Várható társulások	Várható társulások vízigénye	Vízmennyiség (millió m ³)
Nyárlíncpusztai	184	mocsári-mocsárréti	mocsár: 10-70 cm, mocsárrét: 5-20 cm	0,27-1,00
Ruszmajori	100	vegetáció	(15-55 cm reális)	0,15-0,55
Móczár tanyai	20			0,03-0,10
összesen:	304			0,45-1,65**

**Itt reális lehet a felső érték figyelembe vétele, tekintettel arra, hogy az – szemben a szikes tavakkal – felszíni vízpótlásból rendszeresen fedezhető, nincsen korlátozó tényező.

Az ökológiai vízigény a reális lehet ségek által megengedhető optimumnak tekinthető, így az egyes tavak/tározók területére jellemző, valamint a várhatóan kialakuló, célállapotként tekinthető társulások vízigényének biztosítását fedező vízmennyiségként értelmezzük. A Keleti mintaterület egy számmal kifejezett átlagos éves ökológiai vízigénye tehát 3,65 millió m³.

A tervezett m szaki beavatkozások

A Keleti mintaprojekt a vízhiány megoldására a vízpótlást javasolja a Tiszából egy korábban már meglévő öntözési rendszer felélesztésével, ezzel közvetlen módon enyhíteni kívánja a felszín alatti víztől függő ökoszisztémák kritikus vízhiányát, emellett a kecskeméti tisztított szennyvíz és a lefolyó vizek, csapadékvizek nagyobb részének helybentartásával javítani a talajok vízháztartását. A tervezett beavatkozások közül négyféle változat

merült fel, melyek közül a „D” változat került kiválasztásra többkritériumos elemzés segítségével:

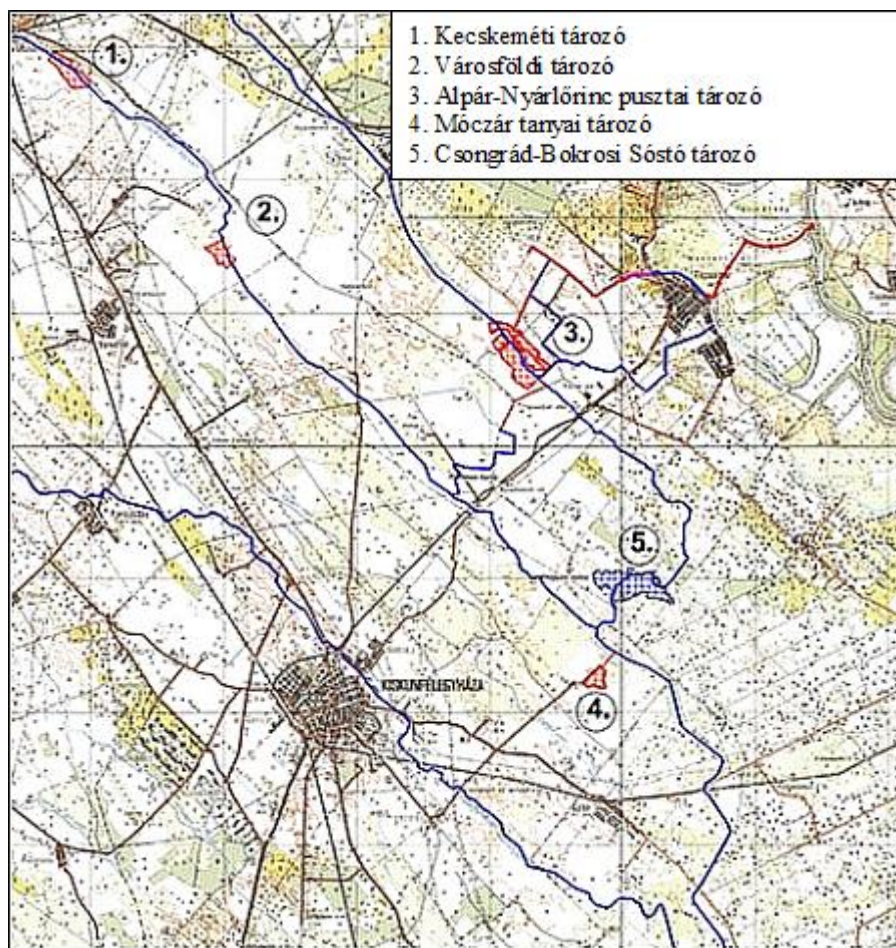
- „A” változat – csak a területen keletkező vizek hasznosítása, visszatartása,
- „B” változat – „A” + tiszai bevezetés a korábbi tervek szerint,
- „C” változat – „B” változat korszerűsítése,
- „D” változat – a kiválasztott változat (természetvédelmi és lakossági igényeknek megfelelő, vízelvezető hálózati elemeiben módosított, üzemrendjében, vízkormányzásában eltérések, megújuló energiaforrások alkalmazása)

Az elfogadott változat szerint a tervezett beavatkozások három fő csoportra bonthatók: a folyami vízkészletre alapozott vízpótló rendszer megvalósítása, a használtvizekből származó vízkészletekre és felszíni összegyűlekezésből származó vízkészletekre alapozott tározófejlesztések, valamint a felszíni összegyűlekezésből származó vízkészletekre alapozott tározófejlesztések. A folyami vízkészletre alapozott vízpótló rendszer megvalósítása a Tiszaalpári vízpótló rendszer rekonstrukcióját és továbbfejlesztését, szivattyútelepek energiaellátására megújuló energiahasznosító telep létesítését, a Baloghalmi csatorna rekonstrukcióját, új csatorna építését a Csongrád-Bokrosi Sóstó tározó elkerülése érdekében a Nyárlíncpusztai tározótól, a Kőri-csatorna meglévő medrének felhasználásával a Csukáséri-főcsatornáig; valamint a Nyárlíncpusztai tározó létesítését foglalja magában. A használtvizekből származó vízkészletekre és felszíni összegyűlekezésből származó vízkészletekre alapozott tározófejlesztések keretén belül a Kecskeméti tározó fejlesztése, a Városföldi tározó létesítése, valamint a Móczár tanyai tározó létesítése tervezett. A felszíni összegyűlekezésből származó vízkészletekre alapozott tározófejlesztés célja a meglévő Csongrád-Bokrosi Sóstó, valamint a Gátéri Fehértó területén hosszantartó, extrém szárazság esetén a vízpótlási lehetőségek biztosítása: a Csongrád-Bokrosi Sóstó területén a tározón keresztülmenő csatornák áttöltésével és m szaki felújítással, a Gátéri Fehértó esetén pedig a projekt egyedül az ökológiai havária elkerüléséhez szükséges vízkészlet rendelkezésre állását biztosítja, egyéb beavatkozást nem tervez. A m szaki eredményeinek nyomonkövetése érdekében ökológiai monitoring rendszer kialakítása szükséges a két védett szikes tó területén. A tervezett létesítményeket a 12. táblázat foglalja össze, valamint a 8. ábra mutatja be.

12. táblázat. A Keleti mintaprojektben tervezett létesítmények

Table 12. Interventions in the Eastern sample area

Létesítmény, eszköz	Kapacitás	Telepítés helyszíne
Kecskeméti tározó	330.000 m ³	Kecskemét
Városföldi tározó	70.000 m ³	Városföld
Móczár tanyai tározó	150.000 m ³	Kiskunfélegyháza
Nyárlíncpusztai tározó	800.000 m ³	Tiszaalpár
Csongrád-Bokrosi Sóstó vízgazdálkodásának javításának létesítményei	-	Tiszaalpár
Vízkezelési m szaki	2x0,75 m ³ /s	Tiszaalpár
Vízszint szabályozó m szaki	-	Tiszaalpár
Összekötő csatorna	1.000 fm	Tiszaalpár
Szivattyútelep	2x0,75 m ³ /s	Tiszaalpár
Nyomócs rekonstrukció	3.000 fm	Tiszaalpár
Nyílt szelvény öntöz csatorna	1,5 m ³ /s	Tiszaalpár
Baloghalmi csatorna	4.200 fm	Tiszaalpár
Monitoring rendszer	-	Kecskemét, Városföld, Kiskunfélegyháza, Tiszaalpár, Gátér



8. ábra. Áttekintő ábra a Keleti mintaprojektben tervezett tározókról
Figure 8. Overview of the planned reservoirs in the Eastern sample area

Várható eredmények

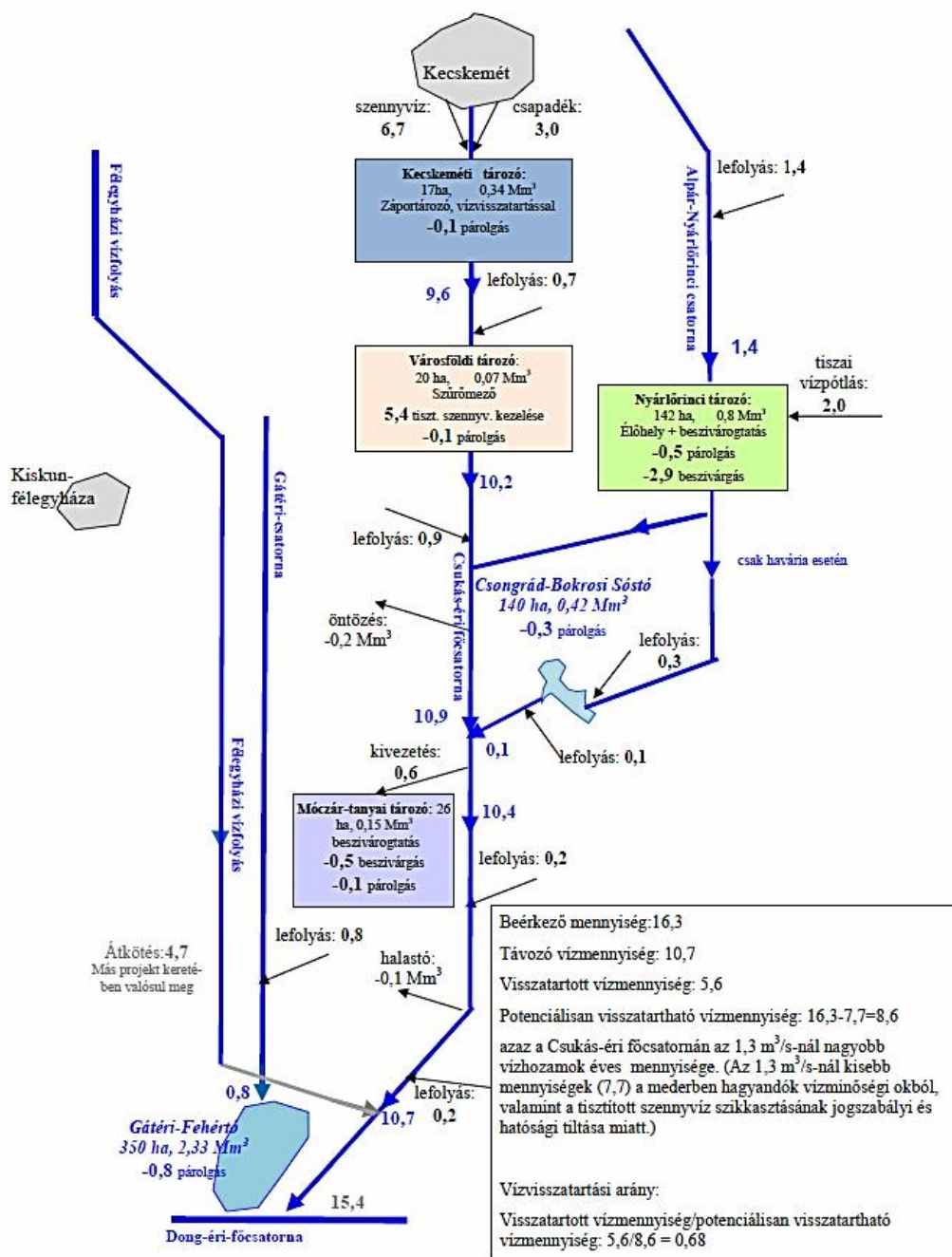
A tervezett létesítmények megvalósulása esetén a várható vízforgalmi diagramot a 9. ábra mutatja be. A vízforgalmi adatok (9. ábra) alapján megállapítható, hogy a tervezett beavatkozások következtében a területen rendelkezésre álló vízkészlet mintegy 68%-a a vízgyűjtő részre kerül, ezáltal a vízhiány mértéke csökken. Ezzel az éves ökológiai vízigény (kb. 3,65 millió m³/év) biztosításához szükséges vízigény kielégítését (száraz időkben) a tervezett rendszer biztonságosan lehet végezni.

A beszivárgás hatására várható talajvízszint-emelkedés a területre kidolgozott, korábban már hivatkozott felszín alatti modell segítségével számítható. Az 1x1 km-es felbontás lokális vizsgálatokra nem alkalmas, de a területi hatások elemzésére igen. A jövőre vonatkozó szimulált vízszintekből kivonva a bázis idők vízszintjeit a talajvízszint-emelkedés elfogadható pontossággal becsülhető. Az ilyen módon számított talajvízszint-emelkedéseket a 10. ábra mutatja be a teljes mintaterületre vonatkozóan „átlagos” beszivárgás feltételezésével (70 mm/év).

Az eredményekből látható, hogy a Nyárlőrinc pusztai tározó talajvízszint-emelkedése (> 25 cm) gyakorlatilag a Csukás-éri csatorna Városföldi tározó alatti vízgyűjtőjének jelentős részére

kiterjed, amit tovább növel a jobb-parton a Móczár-tanyai elszívórogtatás. Jelentősen számító, 0,5 m-t meghaladó vízszint-emelkedés csak a tározók környezetére terjed ki. Figyelemreméltó, hogy a Csongrád-Bokrosi Sóstó környezetére a modell kb. 30 cm-es vízszintemelkedést jelez el, ami a 90-es évek közepéig tartó süllyedéssel megközelítőleg azonos mértékű.

A Keleti mintaterületen a vízhiány mérséklésén kívül a felszíni vízminőség közvetlen javítása is jelentős várható eredmény: ugyanis a kecskeméti szennyvíztelepről kibocsátott tisztított szennyvíz tápanyag, szerves anyag és baktérium tekintetében túllépi a síkvidéki vízfolyásokra megadott jó állapothoz tartozó határértékeket, valamint a nitrogén és a foszfor a felszín alatti vizekre előírt követelményeket sem teljesíti. A mintaprojekt egyik fontos eleme a kibocsátott szennyvíz szennyvízkezelése, melynek mennyisége a téli időszak levonásával (vegetációs időnkívül a nádas szennyvíz nem funkcionál) kb. évi 5,4 millió m³. Ezt a szennyvízmennyiséget Csukás-éri csatornán a 33+700 – 33+060 km szelvények között létesítendő szennyvízvezetékkel lehet átvezetni. A tisztítás hatékonyságát négy elem alapján (bakteriológia, szerves anyag, nitrogén és foszfor) célszerű értékelni, mely a szennyvízkezelés kapcsolódó monitoring rendszer mérési eredményei alapján állapíthatók meg.

9. ábra. Vízvisszatartás a keleti mintaterületen (valamennyi adat Mm³/év-ben)Figure 9. Surface water detention of the Eastern sample area (Mm³/year)

A projekt várható eredményei jól számszer síthet k továbbá az eredményindikátorokkal, melyek kifejezik a tervezett beavatkozások szándékolt következményeit, melyek jelen projekt esetén a sz r mez s kezelés tisztított szennyvíz mennyiségéhez és a sz r mez hatékonyságához, a vízpótlási kapacitáshoz, az ökológiai vízigény kielégítéséhez, valamint a visszatartott vízmennyiséghez köthet k. Az alkalmazott eredményindikátorokat (kiindulási érték és célérték) a 13. táblázat mutatja be.

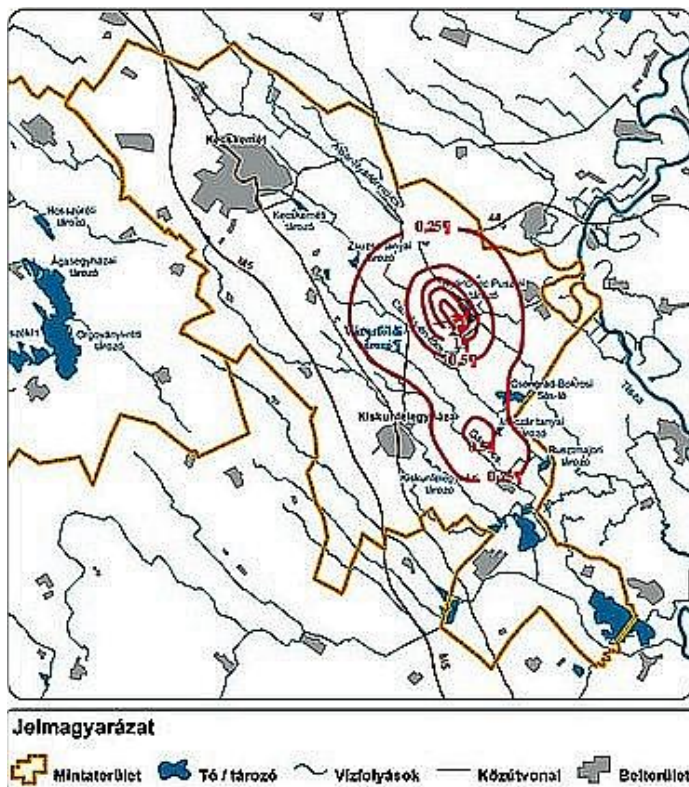
KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A bemutatott mintaprojektek a f célja a vízvisszatartás, vízpótlás eredményeként a talajvízháztartás javítása, valamint az ökológiai vízigény biztosítása – ezzel közvetlenül a gazdálkodás feltételeinek javítása és a természeti

értékek meg rzése – mely közvetten számos egyéb pozitív természeti-társadalmi-gazdasági hatással jár. Természeti-táji „hasznok” lehetnek például a mikroklíma javulása, az aszályérzékenység csökkenése, a biodiverzitás meg rzése, a tájképi értékek helyreállítása, valamint a felszíni és felszín alatti vízkészletek min ségének és mennyiségének javításával „általános” környezetállapot javulás várható. A társadalmi-gazdasági „hasznok” között említhetjük a vízvagyon jobb meg rzési lehet ségeit, ezzel a gazdálkodás feltételeinek javulását, a mikroklíma javulásának kedvez egészségügyi hatásait, a belvízkárok csökkenését, a turisztikai potenciál meg rzését és turizmusfejlesztési lehet ségek b vülését, valamint mintaprojektek közvetett, de hangsúlyos célja volt a terü-

let népességmegtartó képességének javítása. Mindezek közül kiemelendő a terület népességmegtartó képességének javítása, melynek alapvető feltétele a szükséges vízmennyiségek és vízminőségek biztosításán túl az adottságokhoz jobban alkalmazkodó jövőbeli tájgazdálkodás lehetőségeinek megteremtése is. Így a Homokhátság vízhiány problémáinak megoldása nemcsak a vízgazdálkodási megoldásokat, hanem komplex problémamegoldást kíván (pl. erdőgazdálkodás, a településfejlesztések

összehangolása, a táji adottságokhoz jobban alkalmazkodó gazdálkodás feltételeinek megteremtése – melybe az agrártámogatás, vidékfejlesztés kérdésköre is beletartozik – azonban a vázolt mintaprojektek jó kiindulási alappok lehetnek az első lépések megtételéhez. (A mintaprojektek tervezési tapasztalatait is figyelembe véve az OVF 2015-ben Stratégiai projekt elnevezéssel készített dokumentációt készített a Duna-Tisza közti hátság vízhiányos ökológiai állapotának javítása érdekében.)



10. ábra. Átlagos időszokban várható vízszintemelkedések (cm)

Figure 10. Expected rising of the groundwater level in a period of average weather conditions (cm)

13. táblázat. A Keleti mintaprojekt eredményindikátorai

Table 13. Result indicators of the Eastern project

A mutató megnevezése	Mértékegység	Kiindulási érték (2012-ben)	Potenciális érték	Célérték, ill. minimum követelmény az indikátorra ¹
Visszatartott, tisztított szennyvíz mennyisége ²	Mm ³ /év	0	5,4	nincs
A szennyvíz kezelés hatékonysága ³	-	0	1	nincs
Kiépített vízpótlási kapacitás ⁴	m ³ /sec	0	2x0,75	100%
Vizes élőhelyek területének növekedése	ha	0	940*	nincs követelmény, de célérték a 1240***
A kijelölt vizes élőhelyek ökológiai vízigényének kielégítése	% (Mm ³ /év)	Vízminőség: 0 Víz mennyiség: 80%	100 % (3,65 Mm ³ /év)	80%
A lefolyásból, a vízpótlásból és a megfelelő minőségű tisztított szennyvízből a visszatartott mennyiség	Mm ³ /év (%)	1,4 (10%)	9,2 – 12,7**	60%**

1: A projekt kiírás két mutatóval kapcsolatban írt el minimum követelményeket. Az ökológiai vízigény legalább 80 %-át ki kell elégíteni, illetve a potenciálisan visszatartható vízmennyiségnek maximum 40% vezethet ki a vízgyűjtő területéről.

2: A ténylegesen szennyvizet revezetett és a potenciálisan szennyvizet revezetett vízmennyiség hányadosa.

3: A szennyvíz kezelés hatékonyságát akkor tekintjük 1-nek, ha minden komponens a határértékre vagy az alá csökken. Az indikátor külön vonatkozhat a felszíni vizekre és külön a felszín alatti vizekre.

4: Az indikátor a kiépített kapacitás és a potenciális érték hányadosa. A potenciális értékként a rekonstrukcióra szoruló tisztaipari vízkivételi mérték költséghatékonyság szempontjából optimálisnak tekintett vízkivétel kapacitását (2x0,75 m³/s) vettük figyelembe. A célállapot pedig ennek elérése, vagyis az indikátor 100 %-os értéke.

* Az élőhelyek jelenlegi területe, mint viszonyítási alap, de nem potenciális érték!

** Függ a vízpótlás mértékétől, amely 0 és 3,5 Mm³/év között változhat a csapadékeloszlás függvényében. A %-os arány a visszatartott víz (tisztított szennyvíz) és a potenciálisan visszatartható készlet arányát fejezi ki.

*** A projekt során létesítendő új vizes élőhelyekkel együtt, melybe a tervezett szennyvíz és a kecskeméti záportározó is beletartozik.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás célja a Homokhátságon olyan mintaprojektek (Nyugati és Keleti mintaterületek) bemutatása volt, melyek azt vizsgálják, hogy a Hátság elsősorban a vízhiány okozta problémáinak enyhítését célzó intézkedéseket hogyan lehet igazítani a terület sajátosságához. Mindkét mintaprojekt esetén a vízügyi tartás, és a vízkészlet-gazdálkodás átgondolt megvalósítása volt a fő eszköz – melyek az elvégzett vizsgálatok, értékelések, modellezések eredményei alapján hozzájárulhatnak a mintaprojektek vízkészleteinek legalább 60%-os megtartásához és helyben hasznosításához, valamint a mintaterületeken meghatározott ökológiai vízigény legalább 80%-ának kielégítéséhez. Mindezek között, de hangsúlyos következménye a terület népességmegtartó képességének javítása, melynek alapvető feltétele a szükséges vízmenyiségek és vízminőségek biztosításán túl az adottságokhoz jobban alkalmazkodó jövőbeli tájgazdálkodás lehetőségeinek megteremtése is. A Homokhátság vízhiány problémáinak megoldása így nemcsak a vízgazdálkodási megoldásokat, hanem komplex problémamegoldást kíván (pl. erdőgazdálkodás, a településfejlesztések összehangolása, a táji adottságokhoz jobban alkalmazkodó gazdálkodás feltételeinek megteremtése – melybe az agrártámogatás, vidékfejlesztés kérdésköre is beletartozik).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen cikk megírását nem tette volna lehetővé, ha nincs mind az a háttér munka, ami „A Duna-Tisza közti Homokhátság térségében elhelyezkedő két mintaterületen a klímaváltozásból eredő hatások enyhítése és az alkalmazkodás lépéseinek megalapozása céljából megvalósítandó mintaprojekt” Keleti és Nyugati mintaterületek elkészítésében részt vett számos szakember munkájának eredménye. Köszönettel tartozunk különösen Simonffy Zoltánnak és a Budapesti Műszaki Egyetem kutatóinak, az Aquaprofit Zrt. munkatársainak, a K&K Kft. munkatársainak, az ADUVIZIG és az ATIVIZIG munkatársainak, a Plantor Mérnöki és Szolgáltató Kft. munkatársainak, valamint az ÖKO Zrt. munkatársainak.

IRODALOMJEGYZÉK

Aquaprofit-ÖKO Zrt. Konzorcium (2013a). A Duna-Tisza közti Homokhátság térségében elhelyezkedő két mintaterületen a klímaváltozásból eredő hatások enyhítése és az alkalmazkodás lépéseinek megalapozása céljából megvalósítandó mintaprojekt – Keleti mintaterület. Részletes Megvalósíthatósági Tanulmány. Budapest.

Aquaprofit-ÖKO Zrt. Konzorcium (2013b). A Duna-Tisza közti Homokhátság térségében elhelyezkedő két mintaterületen a klímaváltozásból eredő hatások enyhítése és az alkalmazkodás lépéseinek megalapozása céljából megvalósítandó mintaprojekt – Nyugati mintaterület. Részletes Megvalósíthatósági Tanulmány. Budapest.

Bíró M. (2006). A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna-Tisza közén. PhD értekezés. PTE. Biológia Doktori Iskola. Botanikai Program. Pécs.

Dévai Gy. (szerk.), Nagy S., Wittner I., Aradi Cs., Csabai Z., Tóth A. (1998). A vízi és vizes élőhelyek saját-

tosságai és tipológiája. KLTE Ökológiai Tanszék. Hidrobiológiai Részleg. Debrecen.

Göbölös A. (2002). A „vízhiányos” erdőgazdálkodás kérdései a Duna-Tisza közti homokháton. *Hidrológiai Közlöny*. **82** (6). 324-326.

Kuti L., Vatai J., Müller T., Kerék B. (2002). A talajvíztükrök mélységeinek változása a Duna-Tisza közti hátságon. *Földtani Közlöny*. **132**/Különszám. 317-325.

Ladányi Zs. (2010). *Tájváltozások értékelése a Duna-Tisza közti homokhátság egy környezet-és klímaérzékeny kistérségében, az Illancson*. PhD értekezés. SZTE Gazdaság és Társadalomföldrajzi Tanszék. Szeged.

Nováky B. (2011). Az éghajlatváltozás és hatásai. In: Somlyódy L. (szerk.): *Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok*. Köztisztviselői Stratégiai Programok sorozat. MTA, Budapest, pp. 85-100. ISBN 978-963-508-608-5

Országos Vízügyi Igazgatóság (2010). *Víz- és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság*. Budapest.

Országos Vízügyi Igazgatóság (2015). *Országos Vízügyi Főigazgatóság*. Budapest.

Pálfai I. (1993). Talajvízszint-süllyedés a Duna-Tisza közén. *Vízügyi Közlemények*. **75** (4): 431-434.

Pálfai I. (1994). A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. In: Pálfai I. (szerk.): *A Nagyalpold Alapítvány kötetek 3. A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái*. Békéscsaba. 126. p.

Pálfai I. (2010). A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási sajátosságai. *Hidrológia Közlöny*. **90** (1): 40-44.

Rakonczai J., Bódis K. (2002). A környezeti változások következményei az Alföld felszín alatti vízkészleteiben. In: Mészáros R., Schwetzer F., Tóth J. (szerk.): *Jakucs László, a tudós, az ismeretterjesztő és a művész*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. SZTE Gazdaság és Társadalomföldrajzi Tanszék. pp. 227-232.

Simonffy Z. (2011). Vízkészletek és igények. In: Somlyódy L. (szerk.): *Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok*. Köztisztviselői Stratégiai Programok sorozat. MTA, Budapest, pp. 121-168. ISBN 978-963-508-608-5

Somlyódy L., Nováky B., Simonffy Z. (2010). Éghajlatváltozás, szélsőségek és vízgazdálkodás. *KLÍMA-21 Füzetek*. 61. pp. 15-32.

Szilágyi J., Kovács Á., and Józsa J. (2012). Remote-sensing based groundwater recharge estimates in the Danube-Tisza sand plateau region of Hungary. *Journal of hydromechanics*. **60** (1). 64-72.

UNCCD (2006). Second National Report of the Republic of Hungary on the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification. Ministry of Environment and Water of the Republic of Hungary. 24. p.

VITUKI (2001-2002). Régiók hidrológiai állapotértékelése: Duna-Tisza köze. Budapest.

A SZERZ K



NAGY ISTVÁN 1982-ben mélyépít üzemmérnöki (YMÉMF), 1987-ben vízgazdálkodási szaküzem-mérnöki (PMMF), majd 1995-ben épít mérnöki oklevelet szerzett vízepítési szakon (BME). 1982-1991-ig mélyépítési, vízepítési és víziközm tervez ként, iparterületi rendezési terveknel vezet tervez ként dolgozott a PESTTERV-nél, VÁTI-nál. 1992-t l az ÖKO Zrt. csoportvezet je. EU támogatási projektek el készítésével, országos szint környezetvédelmi, vízgazdálkodási stratégiai tervek készítésével, vízgazdálkodási-, vízmin ség-védelmi szabályozásokkal foglalkozik.

TOMBÁ CZ ENDRE Az MKKE, népgazdasági tervez -elemz szakán lett okleveles közgazda. Mindig ugyanabban a közösségben dolgozott. 1979-t l a Vízgazdálkodási Intézetben volt kutató, majd osztályvezet . amely azután Környezetgazdálkodási Intézet lett. Ennek egy irodája alakította az ÖKO Zrt.-t, ahol azóta is szalmi igazgató. Els sorban politikák, tervek, programok, és hatásvizsgálatok készítése és kidolgozásuk vezetése a feladata.

LÁSZLÓ TIBOR 1983-ban szerzett táj- és kertépítész oklevelet a Kertészeti Egyetemen. 1988-1996 között a Környezetvédelmi Minisztériumban a környezeti jelentések, a környezeti állapotfelmérés és a környezeti indikátorok témájában dolgozott. 1996-2000 között a KGI Környezeti Állapotfelmérési Programirodáját vezette. 2002-t l az ÖKO Zrt f munkatársa. Els sorban stratégiai és környezeti vizsgálatokkal, Natura 2000 hatásbecslésekkel, EU projektek természetvédelmi ellen ri feladatain dolgozik.

MAGYAR EM KE 1989-ben szerzett táj- és kertépítész oklevelet a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen. Munkáját a Környezetgazdál-

kodási Intézetben kezdte, majd 1991-t l az ÖKO Zrt munkatársa, f munkatársa, jelenleg környezetvédelmi csoportvezet je és igazgatótanácsának tagja. Környezeti hatásvizsgálatok, stratégiai környezeti vizsgálatok koordinálásával, EU támogatási projektek környezeti munkarészeinek elkészítésével foglalkozik els sorban.

MÉSZÁROS SZILVIA 2013-ban szerzett okl. tájépítésmérnöki diplomát a Budapesti Corvinus Egyetemen. Munkáját a Coaching Team Kft.-nél kezdte, 2014 óta doktoranduszhallgató a Corvinus Egyetem (majd Szent István Egyetem) Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékén, 2015 óta az ÖKO Zrt. munkatársa. Környezeti hatásvizsgálatok, stratégiai környezeti vizsgálatok, engedélyezési tervek egyes szakági feladatainak elkészítésével foglalkozik els sorban.

PUSKÁS ERIKA 1998-ban környezetmérnöki (JPTE-PMMFK), 2001-ben biomérnöki (BME) oklevelet szerzett. 1999-2004. között a VITUKI Consult Rt, 2004-2007-ig a COWI Magyarország Kft. munkatársaként hazai, nemzetközi vízgazdálkodási tanulmányok, tervek, egyezmények kidolgozását, beruházások hatáselemzését végezte. 2007-t l az ÖKO Zrt. környezetvédelmi tanácsadójaként vízügyi, környezetvédelmi beruházásokhoz kapcsolódó EU pályázatok szakmai és projektmenedzsment feladatainak ellátásával foglalkozik.

SCHEER MÁRTA 1983 ELTE-TTK biológia-földrajz szak, 1985-t l részt vett a környezeti hatásvizsgálatok hazai bevezetésében, 1991-t l az ÖKO Zrt. munkatársa. Környezetvédelmi kutató, természetvédelmi szakért , békament és két évig egy ifjúsági folyóirat környezetvédelmi rovatvezet je. Szakterülete: hatásvizsgálati, környezetértékelési, és kockázatbecslési módszertani tanulmányok, stratégiai környezeti vizsgálatok, környezeti hatásvizsgálatok, projekttervezés, EU-pályázatok ökológiai szakért je.

Az aerob iszapstabilizációs eljárások értékelése

Román Pál*, Dr. Oláh József**

*Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep, F városi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Asztalos Sándor út 4. (romanp@fcsm.hu)

**Nyugdíjas (olah39@t-online.hu)

Kivonat

A szennyvíziszapok aerob módszerekkel történő biokémiai stabilizálásának a célja a szervesanyag-tartalom és a patogén baktériumok számának jelentős mértékű csökkentése, valamint az szennyvíziszap vízteleníthetőségének javítása. Az alkalmazott eljárások üzemelhetnek pszikrofil, mezofil vagy a termofil hőmérsékleti tartományban.

A hazánkban közismert pszikrofil, vagy konvencionális eljárásokra a 20 °C alatti reaktor hőmérséklet, a magas iszapkor, valamint az alacsony szerves anyag lebontási hatások jellemzők. Az aerob iszapstabilizáció korszerűbb, hatékonyabb eljárásai önhevítő, és a mezofil vagy a termofil hőmérsékleti tartományban üzemelnek.

A mezofil aerob iszapstabilizáció önállóan, vagy más mezofil/termofil rendszerekkel sorba kapcsolva működhet. Jelenleg a legkorszerűbb eljárás a nitrogén eltávolítást is megvalósító, jellemzően 35°C-os hőmérsékleten működő SNDR.

A termofil aerob iszapstabilizációs (ATAD) technológiák 55 - 70°C közötti hőmérsékleten üzemelnek, és a szükséges hő a szerves-anyagok mikroorganizmusok által végzett aerob lebontása biztosítja.

Kulcsszavak

A/AD, Aerob iszapstabilizáció, ATAD, CAD, Exergonikus, SNDR, VERTAD.

Evaluation of aerobic digestion methods

Abstract

Aerobic digestion is the biochemical oxidative stabilization of wastewater sludge in open or closed tanks. The processes employed have the aim of reducing the volume, organic biodegradable content and pathogen content of sludge. Air can be supplied by surface aerators or by Jet Aeration System. Other equipment may include sludge recirculation pumps and piping, mixers and foam control. The temperature of the process determines the kind of microorganism population carrying out the digestion. The aerobic digestion process can occur within a wide range of temperatures.

The psychrophilic, also known as low-temperature aerobic digestion is used in small package-type wastewater treatment plants. The sludge retention time (SRT) must be increased as operating temperatures decrease in order to ensure acceptable volatile solids reduction. At temperatures between 15 and 20 °C, the system should operate with 40-60 days sludge retention time.

The modern mesophilic aerobic digester operated in the aerobic-anoxic mode, on 35 °C. The name of reactor type is SNDR (Storage Nitrification Denitrification Reactor). Nitrification and denitrification are controlled in the reactor by monitoring the pH, temperature, and ORP. The SNDR useful as a self-contained process, or as second stage after the thermophilic aerob digestion and anaerob digestion. The process provides 10-50 % VSR (Volatile Solids Reduction), and reduces ammonium in recycle stream.

The ATAD (Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion) system is used for the biological stabilization and disinfection of sludge. The biological oxidation of the organic substances generates energy in the form of heat. The heat generated from this reaction is sufficient to retain time and temperature requirement for pathogen reduction. The ATAD process operates between 55 – 70 °C, which is within the thermophilic temperature range. The product is a valuable fertilizer meeting highest international quality standards (Class A, according to regulation US EPA).

Keywords

A/AD, Aerob iszapstabilizáció, ATAD, CAD, Exergonikus, SNDR, VERTAD.

BEVEZETÉS

A szennyvíziszapok biokémiai stabilizálása a kezelési folyamat meghatározó technológiai eleme. Célja a szervesanyag-tartalom és patogén baktériumok számának jelentős mértékű csökkentése, valamint az szennyvíziszap vízteleníthetőségének javítása (Juhász 2013). A biokémiai stabilizálás levegőtől elzártan (anaerob úton) és levegő jelenlétében (aerob úton) történhet. A cikkünkben az aerob iszapkezelés elmúlt évtizedekben történő fejlődését, és az ezzel kapcsolatos üzemeltetési tapasztalatokat szeretnénk összefoglalni.

A hazánkban közismert szeparált és szimultán (totál-oxidációs) aerob iszapstabilizációt a nemzetközi szakirodalomban már csak konvencionális, vagy alacsony hőfokú eljárásként ismerik. Ezekre a technológiákra 20 °C alatti reaktor hőmérséklet, a magas iszapkor, valamint az alacsony szerves anyag lebontási hatások (<20%) jellemzők.

lemzők.

A fentiekben ismertetett régebbi aerob kezelési módszerek ma már elavulnak tekinthető. Az aerob iszapstabilizációs rendszerek korszerűbb, hatékonyabb eljárásai ma már a termofil vagy mezofil hőmérsékleti tartományban üzemelnek.

A termofil aerob iszapstabilizációs technológiára az egész világon az ATAD (Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion) angol megnevezést használják. Az ATAD folyamatban az elősűrített szennyvíziszap levegőszigetelt, hőszigetelt reaktorokba kerül, ahol a szerves-anyagok mikroorganizmusok által végzett aerob lebontása során hő keletkezik. A technológia autotermikus, egy kilogramm lebontott szerves anyagból hozzávetőlegesen 20 000 kJ hő termelődik. A reaktorok ezért külső hőenergia felhasználása nélkül is képesek a termofil hőmérsék-

leti tartományban (55 - 70°C) üzemelni (*Metcalf és Eddy 2013*).

Az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala, az US EPA osztályokban sorolta az iszapokat a kezelés során bekövetkezett szervesanyag-csökkenés és a patogéntartalom szerint. Az ATAD technológia képes a szennyvíziszapból "A" osztályú terméket produkálni, ami korlátozás nélkül használható a mezőgazdaságban.

Az aerob termofil technológia alap gondolata a hatvanas évek végén merült fel először. Számítógépes simulációk alapján *Kambhu és Andrews* vetette fel 1969-ben a szennyvíziszap autotermikus, termofil aerob stabilizációjának lehetőségeit. Az autotermikus üzemmenetet 1971-ben az USA-ban, az Ohio állambeli Hamiltonban demonstrálták először a gyakorlatban is (*Zambrano 2011*).

Európában Fuchs német mérnök volt az, aki felkarolta a technológiát. Az ATAD területén mai napig domináns vállalat az általa alapított Fuchs Enprotec GmbH. Az első üzemi méretű, és jelenleg is üzemel Fuchs ATAD reaktorok Németországban, Vilsbiburgban valósultak meg 1977-ben. Azóta több mint 80 hasonló telep épült.

Ezekre az úgynevezett első generációs ATAD reaktorokra, a két vagy három sorba kötött reaktor, a mechanikai habkontroll, és a szabályozás nélküli, alacsony hatásfokú levegőztetés volt a jellemző (*Zambrano 2011*).

Az autotermikus, termofil aerob rendszereket az 1990-es évek végéig, mint szennyvíziszap előkezelési technológiát is alkalmazták. Több száz ilyen duális eljárás valósult meg, a telepítést nemzetközileg elismert vállalatok végezték. Kiemelkedik az UTB AEROTHERM eljárása, ami 1982 és 1996 között 112 telepen valósult meg (*Taxner 2016*).

Az ATAD technológia elterjedése új lendületet kapott, amikor 2000-es évek elején megjelentek a korszerűbb és hatékonyabb, úgynevezett második generációs reaktorok.

Az első második generációs reaktorok 2002-ben az USA-ban (Three Rivers, Michigan) kezdtek el üzemelni (*Scisson 2009*). Ezekre az egy reaktoros üzem, a redox potenciál és pH alapján szabályozott jó hatásfokú levegőztetés, a hidraulikus habkontroll, és a magas szerves anyag eltávolítási hatások voltak a jellemzők. A második generációs ATAD reaktorok közül a Thermal Process Systems, Inc (USA) által kifejlesztett ThermAer emelhetők ki. A ThermAer reaktorokat alkalmazó telepek száma már 50 felett van az Egyesült Államokban és számuk folyamatosan emelkedik (*Staton és Baker 2014*).

Külön fejlődési irányt jelentenek és a kanadai NORAM vállalat által megvalósított VERTAD (VERTical Thermophilic Aerobic Digestion) típusú, levegőztetett, mély-aknási („deep shaft”) reaktorok.

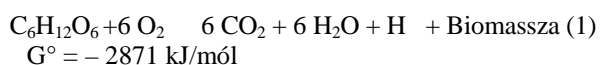
A mezofil aerob iszapkezelési technológia szintén autotermikus üzemmódban működik, és alkalmazható önállóan, vagy mezofil/termofil reaktor kombinációban sorba kapcsolva. Az Egyesült Államokban terjed ben van az ATAD reaktorból vagy rothasztóból kikerülő stabilizált szennyvíziszap utókezelésére alkalmazott SNDR

(Storage Nitrification Denitrification Reactor) reaktor. A szakaszosan levegőztetett, 35 °C körüli hőmérsékleti tartományban üzemel mezofil reaktorok, a további szerves anyag lebontáson túl az ammónium koncentrációt is számottevően mértékben csökkentik.

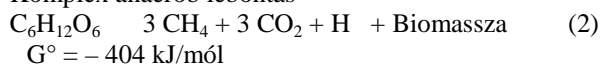
A KOMPLEX SZERVES-ANYAGOK AEROB ÉS ANAEROB LEBONTÁSA

A komplex szerves anyagok anaerob lebontási folyamatának végterméke általában a metán és a széndioxid. A metanogenezis lényegesen kisebb szabadenergia változással járó folyamat, mint az aerob körülmények között lejátszódó oxidáció (*Ölls és társai 2010*). Példaként egy hexóz (C₆H₁₂O₆) aerob oxidációját (1. egyenlet) és anaerob lebontását (2. egyenlet) hasonlítsuk össze (*Winter és társai 1987*):

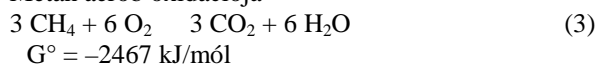
Aerob oxidáció



Komplex anaerob lebontás



Metán aerob oxidációja



G° – Gibbs-féle szabadenergia (más néven szabadentalpia) változás

Ha a G° szabadenergia változás negatív, a reakció exergonikus. Ha pedig a G° szabadenergia változás pozitív, a reakció endergonikus. A komplex szerves anyagok aerob és anaerob lebontása egyaránt exergonikus, vagyis energiatermelő folyamat. Az anaerob lebontás két részfolyamatának energia kihozatala (404 + 2467 = 2871 kJ/mol) azonos az aerob lebontás energiahozamával.

A komplex szerves anyagok aerob oxidációjánál nagy mennyiségű energia termelődik, míg a metántermelésnél ennél lényegesen kisebb mennyiség, itt azonban a végtermék (CH₄) energia tartalma jelentős. Az aerob lebontás magas energiahozama egyben az is jelenti, hogy a lebontás során lényegesen több biomassza keletkezik, mint az anaerob folyamat esetében.

A komplex szerves anyagok aerob lebontása során tehát nagy mennyiségű energia szabadul fel hő formájában, és ez képezi az ATAD technológia alapját. A technológia kialakulásának kezdetén használták a „liquid composting” elnevezést is, ami teljesen érthető, hiszen a lejátszódó folyamatok teljesen analógok a komposztálás során történnel.

AZ AEROB ISZAPSTABILIZÁCIÓ BIOKÉMIAI FOLYAMATAI

A folyamat hőmérséklete alapján az eljárásokat a következőképpen csoportosíthatjuk (*Prescott és társai 2002*):

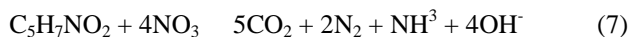
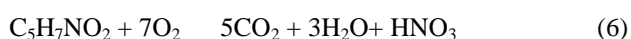
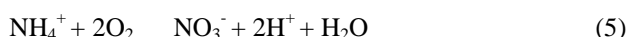
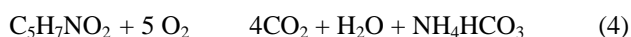
- pszikrofil vagy konvencionális eljárások. Ezek alacsony hőmérsékleten (20 °C vagy alacsonyabb) üzemelnek,

- mezofil eljárások (20 – 45°C),
- termofil eljárások (55 °C vagy magasabb).

A pszikrofil (konvencionális) és mezofil aerob iszapstabilizáció során lejátszódó biokémiai folyamatok azonosak, de az egyes folyamatok reakciósebessége a különböző hőmérsékleti tartományban üzemelő reaktorok esetében szignifikánsan eltérnek egymástól. A különböző hőmérsékleti értékeken a lebontási részfolyamatok sebessége – közelítőleg – az Arrhenius összefüggést követi.

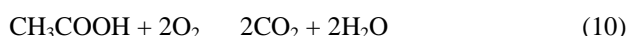
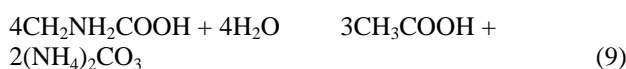
A pszikrofil hőmérsékleti tartományban aerob iszapstabilizációt végző reaktorok lehetnek aerob (CAD - Conventional Aerobic Digestion) vagy aerob/anoxikus (A/AD – Aerob/Anoxic Digestion) üzemmódúak. A mezofil hőmérséklet, aerob/anoxikus iszapstabilizálást és tárolást végző reaktorok megnevezése SNDR (Storage Nitrification Denitrification Reactor). Aerob körülmények között mind a szerves anyagok, mind a nitrogénvegyületek oxidációjára (nitrifikáció) sor kerül, míg aerob/anoxikus üzemmódban szerves-anyagok lebontása és a denitrifikáció is lezajlik.

Az aerob iszapstabilizáció biokémiai folyamatai Metcalf és Eddy alapján kerülnek ismertetésre (Metcalf és Eddy 2013):



A biomassza aerob lebontása a 4. képlet szerint történik, ahol a sejtanyagot $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$ formula reprezentálja. A nitrifikáció folyamatát az 5. és 6. képletek mutatják be. Az aerob/anoxikus üzemmódban működő reaktorok esetében bekövetkező denitrifikációt a 7. képlet írja le, amikor a folyamatban az elektron akceptor a nitrát nitrogén. A teljes nitrifikáció/denitrifikáció folyamatát a 8. képlet összegzi.

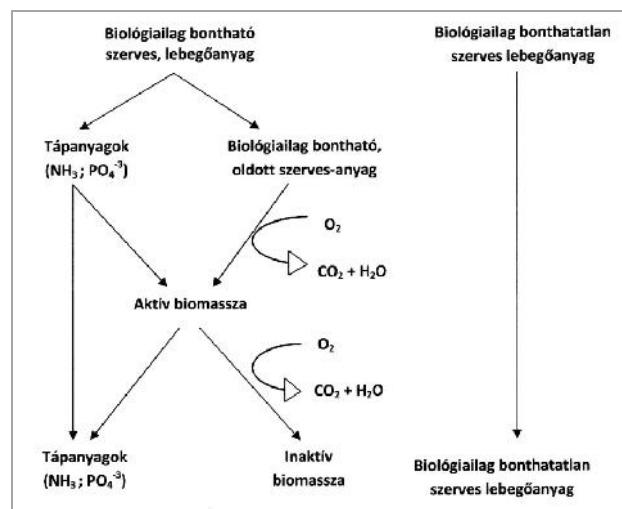
A termofil aerob iszapstabilizáció reakciósebessége nagyobb, mint az alacsony hőfokú vagy mezofil aerob eljárásoké. Az 55 °C feletti, magas reaktor hőmérséklet inhibíciót fejt ki a nitrifikáló baktériumokra, ezért a 4. képlet szerint történik biomassza aerob lebontása, de az 5–8. képletek szerinti reakciók nem játszódnak le. Jelenlétét eltérés, hogy az ATAD reaktorok leggyakrabban mikro-aerob körülmények között üzemelnek. Mikro-aerob körülmények között jellemző biokémiai folyamat a fehérjetartalmú sejtanyag 9. képlet szerinti fermentációja, ahol a proteint glicin reprezentálja.



Az 4. és 9. képlet alapján a keletkező ammóniumbikarbonát (NH_4HCO_3) és ammónium-karbonát

($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) vizes oldata lúgos kémhatású. A fermentáció során a legnagyobb mennyiségben ecetsav (CH_3COOH) keletkezik, ami megfelelő oldott oxigénszint esetén a 10. képlet szerint oxidálódik.

Az aerob iszapstabilizáció folyamatát sémikusan az 1. ábra (Grady és társai 1998) szemlélteti. A biológiailag bontható szerves-anyag egy része hidrolizálódik, a hidrolízis termékekből és a tápanyagokból aktív biomassza képződik. Az aktív biomassza endogén légzés következtében inaktív (elhalt) biomasszává alakul, a másik része, mint tápanyag (NH_3 ; PO_4^{3-}) a vizes oldatban megjelenik. A befolyó iszap biológiailag bonthatatlan (cellulóz; lignocellulóz) szerves anyaga gyakorlatilag változatlanul a kezelt iszapban megjelenik.



1. ábra. Az aerob iszapstabilizáció sémikus folyamata
Figure 1. Schematic diagram of aerobic digestion

ALACSONY HŐFOKÚ (PSZIKROFIL) VAGY KONVENCIONÁLIS AEROB ISZAPSTABILIZÁCIÓ

A pszikrofil vagy alacsony hőfokú eljárások (CAD - Conventional aerobic digestion) hazánkban is régóta elterjedtek és ismertek. Alkalmazásuk elsősorban kis kapacitású szennyvíztisztító telepeken ajánlott. A reaktortér megválasztási módja szerint különbséget kell tenni „egyesített vagy szimultán” és „elválasztott vagy szeparált” reaktortér rendszerek között. Az elválasztott eljárásnál – melyet a szaknyelv teljes vagy totáloxidációs tisztításként tárgyal – egyetlen, de igen jelentős térfogatigény mellett, viszonylag magas energiaráfordítással történik az oldott fázis kezelése és az iszap (rész-) vagy teljes stabilizálása. Méretezése biológiai reaktorként (pl.: ATV A 131 alapján) történik.

A második esetben a folyadékfázis kezelése során elválasztott iszapokat (nyers és fölös eleveniszap) az elválasztáshoz hasonló technológiai folyamat szerint – de lényegesen kisebb reaktortérben – külön stabilizálják.

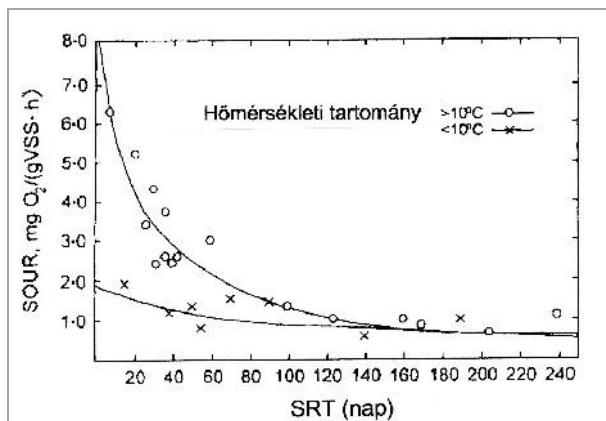
A szeparált rendszerre vonatkozó tervezési kritériumok Metcalf és Eddy alapján kerülnek megadásra az 1. táblázatban (Metcalf és Eddy 2013):

1. táblázat. Aerob iszapstabilizáció tervezési kritériumai
Table 1. Design criteria for aerobic digesters

Paraméter	Mértékegység	Érték
Iszapkor (SRT): 20 °C 15 °C	nap	- 40 60
Szerves anyag terhelés	kg/m ³ d	1,6 – 4,8
Oldott oxigén	mg/L	1 – 2
Szerves lebegő anyag tartalom csökkenés	%	38 – 50

A hagyományos vagy konvencionális aerob iszapstabilizáció hátránya (CAD), hogy télen a kezel medence h mérséklete nagymértékben leh 1 (<10 °C) és a szerves-anyag lebontás során tekintélyes mennyiség kolloid anyag képz dik. A nagy kolloid tartalom rontja a kezelt iszap vízteleníthet ségét. Sok esetben az ily módon stabilizált iszap vízteleníthet sége rosszabb volt, mint a kezeletlen eleveniszap vízteleníthet sége. Ezeket a hátrányokat az 1970-es években a VITUKI-ban kifejlesztett aerob iszapkezelési eljárás a tisztított szennyvíz bevezetésével próbálta kiküszöbölni. A tisztított szennyvizet (mosóvíz) az utóülepít b l az iszapkezel medencébe (nyitott) vezették. A mosóvizet iszaptól ülepítéssel vagy fél-szakaszos rendszerben dekantálással választották el. A viszonylag nagy kolloid tartalmú mosó vizet a biológiai rendszer elejére visszavezették. Visszavezetett kolloid az eleveniszapba beépült és az aerob kezelt iszap vízteleníthet sége javult. A tisztított szennyvízzel történ mosással télen stabilizáló medence h fokát 10 és 15 °C érték között lehetett tartani. A téli üzemelés során a h mérséklet tartását fentiekben ismertetett megoldás csak részben tudta megoldani.

A 2. ábra (Grady és társai 1998) jól szemlélteti a < 10 és > 10 °C feletti üzemelési viszonyait: <10 °C alatt az aerob iszapstabilizáció folyamata gyakorlatilag leáll, ezt jól mutatja, hogy a fajlagos oxigén légzés értéke 2,0 mgO₂/g VSS-h érték alá esik és ebben az esetben a hosszabb tartózkodási id (SRT) hatására sem javul a stabilizáció határfoka. Tehát a h mérsékletnek meghatározó szerepe van az aerob lebontásban.

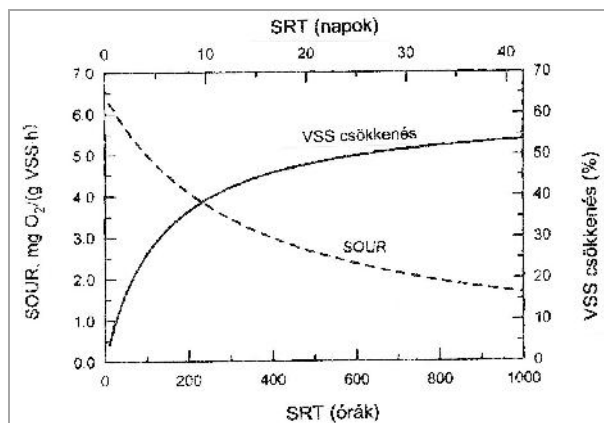


2. ábra. A h mérséklet és az iszapkor (SRT) hatása a fajlagos légzésre (SOUR)

Figure 2. Effect of temperature and aerobic digester SRT on the SOUR of the digested solids

A szerves anyag (VSS) lebontás (%) és a légzés (SOUR) változással az iszapkor függvényében nyomon

követhet a 3. ábrán (Grady és társai 1998). Az ábra egy elméleti összefüggést közöl, mert a paraméterek között különböző eredet iszapoknál más és más összefüggés állhat fenn. Ha a SOUR értéke 2,0 mgO₂/gVSS-h érték alá esik a stabilizációt befejezettnek tekinthetjük. Ilyen légzés értékhez kb. 50 %-os szerves-anyag (VSS) csökkenés tartozik, és ezt 30 nap tartózkodási id (STR) esetében érjük el.



3. ábra. Az iszapkor (SRT) a fajlagos légzés (SOUR) és a szerves-anyag (VSS) kapcsolata

Figure 3. Effect of SRT on the percent VSS destruction and SOUR in a completely mixed aerobic digester

MEZOFIL AEROB ISZAPSTABILIZÁCIÓ

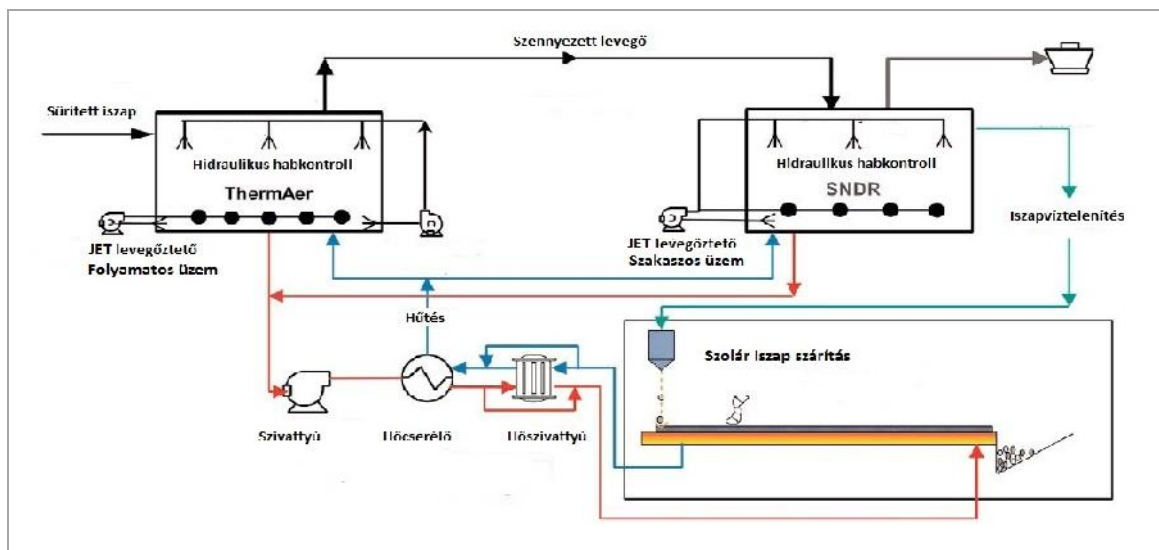
A mezofil aerob iszapstabilizáció önállóan, vagy más mezofil/termofil rendszerekkel sorba kapcsolva m ködhet. Jelenleg a legkorszerűbb eljárás a nitrogén eltávolítást is megvalósító, a Thermal Process Systems, Inc (USA) által kifejlesztett SNDR (Storage Nitrification Denitrification Reactor) technológia. A gyártó cég az alkalmazástól függ en, a reaktorok a megnevezésére a Mezoaer C,F,T,A típusjeleket alkalmazza. Önálló mezofil iszapstabilizációra a Mezoaer C és Mezoaer F típusú reaktorok alkalmasak. Az aerob/anoxikus üzemmódban m köd rendszerek, 40 – 50% közötti szerves anyag lebontási határfok elérésére képesek. A Mezoaer F abban különbözik a Mezoaer C típustól, hogy kialakítása alkalmassá teszi ATAD eljárássá történ tovább fejlesztését (ThermAer 2016).

A szennyvíziszap ATAD reaktor utáni kezelésére, mezofil h mérsékleti tartományban üzemel Mezoaer T típusú SNDR (Storage Nitrification Denitrification Reactor) reaktorokat alkalmaznak. Az SNDR reaktorok feladata a tároláson kívül a másodlagos szerves anyag lebontás, valamint nitrifikáció és denitrifikáció (Staton 2015).

A szakaszos levegőztetés, 35 °C körüli üzemi h - mérséklet reaktor típus minimálisan további 10-15%-al csökkenti a szennyvíziszap szervesanyag-tartalmát (ThermAer 2015). A mezofil h mérsékleti tartomány a nitrogéneltávolítási folyamatokhoz optimális. A nitrifikáció h mérsékletfüggő, minden 7 °C h mérséklet növekedés a nitrifikációs sebesség megduplázódását eredményezi. A nitrifikáció ugyanakkor a mezofil tartomány fels határánál (40 - 41 °C) leáll. A redox potenciál és pH alapján vezérelt nitrogénciklus jelent sen csökkenti az iszapvíztelenítés sz letvizének NH₄⁺ koncentrációját.

A reaktor az autotermikus folyamat következtében hajlamos a túlmelegedésre, ezért hőmérséklet csökkentésére hideg víz/iszap hőcserélőket valamint passzív hőleadókat alkalmaznak. Erre azért van szükség, mert a reaktor túlmelegedése leállítja a nitrifikációs folyamatot.

Az USA-ban jellemző technológia az ATAD reaktor után kapcsolt SNDR reaktor (4. ábra). Az ábrán szereplő kialakítás érdekessége, hogy az aerob lebontás során keletkező szolár szárító felületére kerül felhasználásra (ThermSolAer rendszer, www.thermalprocess.com).



4. ábra. ThermAer ATAD után kapcsolt SNDR reaktor
Figure 4. SNDR Reactor following ThermAer ATAD



1. kép. Speedway szennyvíztisztító telep, SNDR reaktor (Staton 2013)

Picture 1. Speedway WWTP, SNDR reactor (Staton 2013)

Nagyon pozitívak az üzemeltetési tapasztalatok az SNDR reaktorok mezofil rothasztók utáni alkalmazásával kapcsolatosan. A reaktor típusra a gyártó a MesoAer-A elnevezést használja. A 34 000 m³/nap kapacitású SPEEDWAY Szennyvíztisztító Telepen 2012-től, a mezofil rothasztók utáni utókezelésként üzemel, szakaszosan levegőztetett mezofil SNDR reaktort az 1. kép mutatja be. A technológiát egy meglévő tárgyátalakításával valósították meg (2. kép). A mezofil rothasztók üzemi hőmérséklete 35°C, a hidraulikus tartózkodási idő 15 nap. A szennyvíziszap utókezelését végző SNDR reaktor üzemi hőmérséklete szintén 35°C. Az üzemeltetési tapasztalatok szerint a levegőztetett/nem levegőztetett időszakok aránya 3:1. Az SNDR reaktor telepítésével jelentősen csökkent az iszapvíztelenítés csurgalékvizének átlagos NH₄⁺ koncentrációja. Fort and Berry a technológia bevezetése előtt és utáni csurgalékvíz koncentráció-

kat hasonlították össze (Fort és Berry 2013). A 2011 május-november közötti időszakban 489,2 mg/L-es átlagos NH₄⁺ koncentrációja, az SNDR technológia bevezetésével, 2012 év hasonló időszakában átlagosan 29,6 mg/L értékre csökkent.



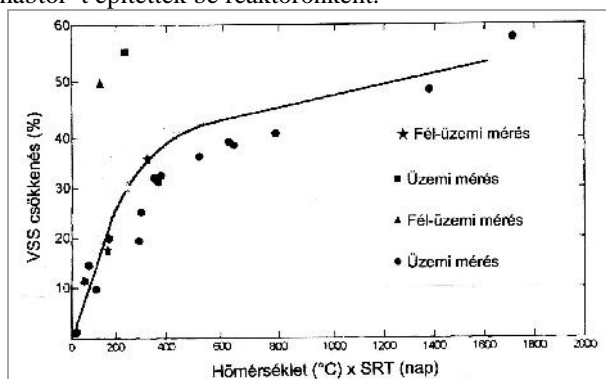
2. kép. Speedway szennyvíztisztító telep, Meglévő anaerob m tárgyátalakítása (Staton 2013)

Picture 2. Speedway WWTP, Retrofit of Existing Anaerobic Tank System (Staton 2013)

TERMOFIL AEROB ISZAPSTABILIZÁCIÓ

A hagyományos, első generációs ATAD reaktorok esetében általában két vagy három sorba kötött reaktort használtak. Az iszapvíziszap tartózkodási ideje ezekben összesen, tipikusan 10 nap alatt volt. Jellemző a szabályozás nélküli, alacsony hatásfokú levegőztetés. Az ATAD technológiák üzemeltethetők folyamatos, fél-folyamatos betáplálással, vagy szakaszos üzemmódban. A patogén baktériumok hatásos eltávolítása miatt a szakaszos üzemmód alkalmazása a legelterjedtebb. Az

ATAD reaktorok üzemének természetes jellemzője a habzás. A vékony, de viszonylag kompakt habréteg elősegíti a hőszigetelést. A habzás kezelésére a gyártók mechanikus vagy hidraulikus habtörőket építenek be minden reaktorba. A habréteg vastagságát 0,5 - 1 méter közötti célszerű tartani. A habzás kezelésére általában az első generációs ATAD reaktorokban két mechanikus habtörőt építettek be reaktoronként.



5. ábra A hőmérséklet (°C) x SRT (nap) szorzat hatása a szerves-anyag (VSS) lebontás hatásfokára (%)

Figure 5. Effect of the temperature x SRT relations on the VSS destruction efficiency during aerobic digestion

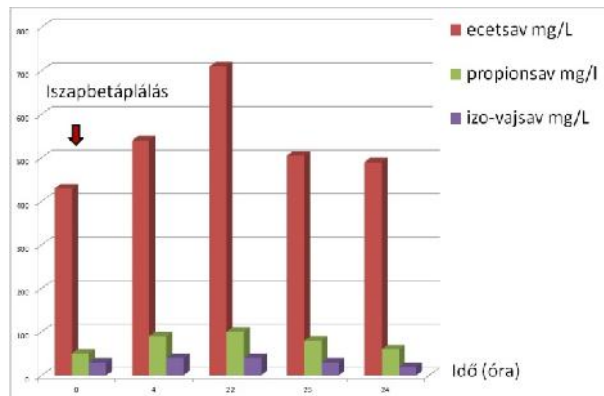
A hőmérséklet (°C) x SRT (nap) szorzatának a szerves-anyag (VSS) lebontásra gyakorolt hatását az 5. ábra szemlélteti. Az ábra nagyon jól szemlélteti a hőmérséklet és az iszapkor (SRT) összefüggését. Egy szűk intervallumban a hőmérsékletet vagy az iszapkort megválaszthatjuk. A választási lehetőséget a fentiekben ismertetett aerob iszapkezelési módok (CAD; mezofil; ATAD) maguk kínálják. A folyamatot az alábbiakban mutatjuk be: például 42 % szerves-anyag lebontást szeretnénk elérni ehhez az értékhez 600-as hőmérséklet és iszapkor szorzat tartozik. A fentiek alapján, a 15 °C-hoz 40 napos iszapkor tartozik ez a konvencionális iszapkezelés (CAD) tartományába esik. Ha mezofil tartományban (35 °C) üzemünk akkor a 42 %-os hatásfokhoz 17,1 nap SRT tartozik. A fenti gondolatmenetet folytatva termofil (55 °C) tartományban a megadott szerves-anyag lebontáshoz már csak 11 nap SRT tartozik. Az üzemelés szempontjából a megfelelő hőmérséklet biztosítása alapvető feladat.

A termofil hőmérsékleti tartományban a nitrogéneltávolítás egyedüli módja az ammónifikáció során keletkezett ammónia kilevegeltetése (sztrippelés). A szaghatásoknak az elkerülésére az elmenő levegőt egyes üzemekben vízes mosón (ammóniaeltávolítás) és biofilteren (egyéb szagot okozó komponensek eltávolítása) vezetik keresztül.

Nagyon fontos az üzemeltetés szempontjából a betáplált iszap lebegőanyag koncentrációját (> 20 g/L) minél nagyobb értéken tartás. A koncentrációnak elegendően nagyra kell lennie ahhoz, hogy biztosítsa az autotermikus üzemmenetet, azonban ha túl nagy, könnyen elfordulhat, hogy nem lehet fellevegeltetni a reaktort.

Az ATAD reaktorokban lezajló biokémiai folyamatok az előzőekben kerültek ismertetésre. Mikroaerob viszonyok között jellemző az illóvasak keletkezése. A mikroaerob körülmények között keletkező illósavak kon-

centrációjának változása az ATAD reaktorban a 6. ábrán látható (Chu és társai 1993). Legnagyobb mennyiségben ecetsav keletkezik, de kisebb mennyiségben propionsav és izo-vajsav is kimutatható. Az első generációs ATAD reaktorokkal elért 30 - 50% közötti szerves-anyag lebontási hatásfok megközelíti a mezofil rothasztókét.

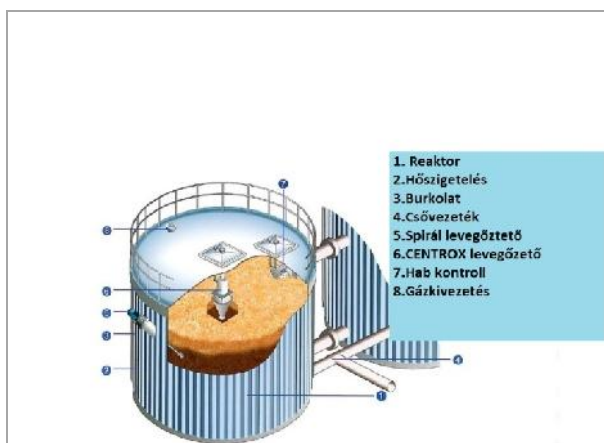


6. ábra. Illósav koncentrációk az ATAD reaktorban mikroaerob körülmények között (Levegőhozam 0,126 V/V/h)

Figure 6. VFA profiles of the microaerobic condition (air flow rate of 0.126 V/V/h) in the ATAD

A mai szakmai megoldások közül a Fuchs Enprotec GmbH ATAD reaktora, a Thermal Process Systems, Inc (USA) által kifejlesztett ThermAer, valamint a kanadai NORAM vállalat által megvalósított VERTAD (VERTical Thermophilic Aerobic Digestion) kerül ismertetésre.

Fuchs Enprotec GmbH negyven éve foglalkozik ATAD reaktorok fejlesztésével, gyártásával. A FUCHS ATAD technológiát a szennyvíziszapok aerob stabilizálásán kívül, ipari iszapok és hígtrágya kezelésére is alkalmazzák. A FUCHS ATAD mechanikus keverő és levegőztető berendezéseket alkalmaz. A reaktor jellemző kialakítását a 7. ábra szemlélteti.



7. ábra. FUCHS ATAD (www.fuchs-germany.com)
Figure 7. FUCHS ATAD (www.fuchs-germany.com)

A korszerűbb második generációs TPS ThermAer reaktorokra (3. kép) az egy reaktoros kialakítás, és a 12 - 14 nap közötti tartózkodási idő, valamint a hidraulikus habkontroll (4. kép) alkalmazása a jellemző. A levegőztetés nagy hatásfokú, és a reaktort pH, valamint redox potenciál alapján vezéreltik. A szerves anyag lebontási hatásfoka ennél a technológiánál elérheti a 70%-ot. Általánosan alkalmazott megoldás az utókapcsolt SNDR reaktor alkalmazása is.

Scisson (2009) az üzemel TPS ThermAer típusú második generációs ATAD reaktorok működését vizsgálta. A legmagasabb 72%-os átlagos szerves anyag eltávolítási hatásfokot a Bowling Green szennyvíztisztító telep, a legalacsonyabbat 55%-ot a Three Rivers szennyvíztisztító telep érte el. A vizsgált többi telep esetében ez az érték 63 – 65% között mozgott.



3. kép. TPS ThermAer ATAD reaktor, Marshall (Humbert 2012)
Picture 3. Speedway WWTP, SNDR reactor (Staton 2013)



4. kép. Habkontroll (Hudgins 2014)
Picture 4. Foam Control (Hudgins 2014)

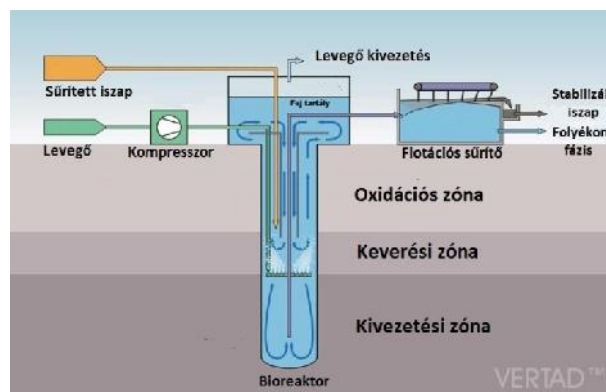
A VERTAD (VERTical Thermophilic Aerobic Digestion) a kanadai NORAM vállalat által kifejlesztett, szennyvíziszap termofil stabilizálására alkalmas ATAD technológia. A reaktor kialakítása és működése jelentősen eltér a Thermal Process Systems, Inc (USA) által kifejlesztett eljárástól.

A tipikusan 110 méter mélységű, mély-aknás levegőztetett (deep-shaft) reaktorok átlagosan 60 °C-os üzemi hőmérsékletét az aerob biológiai lebontás folyamán keletkező hő biztosítja. A technológiára jellemző tartózkodási idő 4 nap. (Wang és társai 2007) A mély-aknás reaktor oxigén beviteli hatásfoka kiemelkedően nagy, külön keverésre a kialakításából adódóan nincs szükség.

Az alacsony tartózkodási idő ellenére a szerves anyag lebontási hatásfok 40% feletti, a stabilizált szennyvíziszap pedig korlátozás nélkül hasznosítható (8. ábra).

AZ AEROB ISZAP STABILIZÁCIÓS ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az aerob iszap stabilizációs eljárások előnyeit és hátrányait a 2. táblázatban foglaltuk össze.



8. ábra. VERTAD (www.noram-eng.com)

Figure 8. VERTAD (www.noram-eng.com)

AEROB ISZAPKEZELÉS ÁLTALÁNOS SZEMPONTJAI

1. Aerob iszapkezelésnek két fő célja van a szerves anyag lebontással stabilizáljuk az iszapot és patogén mikroorganizmusok számát csökkentjük.
2. Az aerob iszapkezelés első sorban a folyékony-fázis iszap stabilizálására alkalmas. A nyers és folyékony-fázis iszap keverék stabilizálására a rothasztással összevetve a módszer nem gazdaságos.
3. A nagy szerves-anyag tartalmú (> 70 %) iszapok kezelésére célszerű alkalmazni a módszert. A nagy inert szerves-anyag (cellulóz származékok) tartalmú iszapok esetében a kezelési módszer nem hatékony.
4. A lebontás első rend reakció szerint játszódik le, vagyis az első rend reakció sebessége egyenes arányban áll a szerves-anyag koncentrációval.
5. A levegő szerves-anyag csökkenése alapvetően a hidrolízis (oldatba menetel) sebességétől függ.
6. A szerves-anyag csökkenését a lebontás %-os mérésével vagy a fajlagos oxigén légzés (SOUR) mérésével jellemezhetjük.
7. A konvencionális aerob iszapkezelésnél a nitrifikáció következtében lúgosság (< 500 mgCaCO₃/L) és pH csökkenéssel (< 6,5) kell számolni.
8. Az A/AD kezelési rendszer puffertartaléka nem csökken a kiindulási helyzethez képest és az oxigén igény kisebb, mint a konvencionális (CAD) rendszer esetében.
9. A beszűrt iszapot aerob, autotermikus, termofil iszapkezelési rendszer (ATAD) hőszigetelt tartályába táplálják és a lebontási folyamat során a hőmérséklet 45 – 65 °C között változik. Ezen a hőfokon a nitrifikáció nem játszódik le. A szerves-anyag lebontás 40 – 60 % között változik és patogén mikroorganizmusok száma pedig nagymértékben csökken. Az oxigénigény a CAD és A/AD eljárások igényéhez képest szintén csökken.
10. Az aerob iszapstabilizáció kedvező pH értéke a semleges tartományba (7,0 – 7,5) esik. Ez a pH érték az A/AD és ATAD eljárásoknál tartható. A CAD eljárásnál a nagyfokú nitrifikáció miatt a pH kontroll céljából vegyszer-adagolással (pld. mészsó adagolás) kell számolni.
11. A keverési energiának a nagy levegő anyag tartalmú (20 – 40 g/L) szuszpenziót mozgásban kell tartani.
12. A hatékony szerves-anyag lebontás céljából a reaktor kaskád fermentor típusú kialakítására kell törekedni.

13. Tervezés leggyakrabban szakaszos kísérleti eredményekre tud támaszkodni. A szakaszos kísérletek végrehajtása viszonylag egyszer és gyors. Itt célszerű mérni a fajlagos oxigén légzési sebességet (SOUR), tartózkodási időt (HRT), szervesanyag (VSS) csökkenést, pH-t és a hőmérsékletet.
14. A kialakított aerob iszapkezelési (CAD; A/AD; SNDR; ATAD) rendszer nagyjából behatárolja a várható eredményeket (VSS lebontás határfoka; patogén korokozók számának csökkenése; iszap vízteleníthetősége).

2. táblázat Aerob iszapstabilizációs eljárások összehasonlítása
Table 2. Comparison of aerob sludge stabilization methods

Eljárás megnevezése	Előnyök	Hátrányok
Konvencionális aerob eljárás (CAD)	<ul style="list-style-type: none"> Mechanikai felépítése egyszerű Egyszerű üzemeltetés Szűrés és a stabilizáció egy medencében játszódik le A dekantált iszap-víz (szupernatans) oldott szennyeződése kismértékű 	<ul style="list-style-type: none"> Nagy energia felhasználás Patogén mikrobák pusztulása kismértékű Hosszú tartózkodási idő (SRT) szükséges Nagy reaktor térfogat szükséges A nitrifikáció következtében pH csökkenéssel kell számolni A kezelt iszap vízteleníthetősége rossz
Anoxikus/aerob eljárás (A/AD)	<ul style="list-style-type: none"> Mechanikai felépítése egyszerű pH kontroll nem szükséges egyszerű Egyszerű üzemeltetés Energia felhasználás kisebb, mint a CAD eljárásé Szűrés és a stabilizáció egy medencében játszódik le A dekantált iszap-víz (szupernatans) kismértékben szennyezett 	<ul style="list-style-type: none"> Viszonylag új eljárás, kevesebb az üzemi tapasztalat áll rendelkezésre Az energia felhasználás viszonylag nagy Patogén mikrobák pusztulása kismértékű Hosszú tartózkodási idő (SRT) szükséges Nagy reaktor térfogat szükséges A kezelt iszap vízteleníthetősége rossz
Autotermikus, mezofil és termofil aerob eljárás (ATAD)	<ul style="list-style-type: none"> Rövid tartózkodási idő (SRT) Kicsiny reaktor térfogat Nincs pH csökkenés Hatékony a patogének pusztulása, ezért a kezelt iszap mezőgazdasági elhelyezés szempontjából kiváló minőségű Kisebbségi az energia felhasználás, mint a CAD és A/AD eljárásnál A kezelt iszap vízteleníthetősége jobb, mint CAD és A/AD eljárásnál Mezofil eljárásnál nitrifikáció is lejátszódik 	<ul style="list-style-type: none"> A telep mechanikai felépítése komplex jellegű Szigetelt reaktorok építése költséges Gyakori habzás Különböző méretű tárgyak építése szükséges Az autotermikus viszonyok biztosítása miatt megfelelő szubsztrátra van szükség. Esetleg kiegészítésként jól bontható szubsztrát adagolása szükséges Az ATAD eljárásnál a magas hőmérséklet a nitrifikációs folyamatot gátolja
Autotermikus, mezofil anoxikus/aerob eljárás (SNDR)	<ul style="list-style-type: none"> Magas nitrogén eltávolítási hatások A dekantált iszap-víz (szupernatans) kismértékben szennyezett ATAD reaktor és rothasztó utáni másodlagos kezelésre alkalmazható Rövid tartózkodási idő (SRT) Kicsiny reaktor térfogat Kisebbségi az energia felhasználás, mint a CAD és A/AD eljárásnál A kezelt iszap vízteleníthetősége jobb, mint CAD és A/AD eljárásnál 	<ul style="list-style-type: none"> A patogének pusztulása csak részleges Szigetelt reaktorok építése költséges A pH 6,4-6,8 között a savas tartományban mozog pH és redox potenciál alapján történő bonyolult szabályozás

AZ AEROB ISZAPKEZELÉS JÖVŐJE

Az Egyesült Államokban Staton (2016) az ATAD technológia alkalmazását a 10 MGD (38.000 m³/d) alatti kapacitású szennyvíztisztító telepeken javasolja. Ennek ellenére az USA-ban ennél nagyobb szennyvíztisztító telepeken is megvalósult az ATAD technológia (Kaukauna 2007, Middletown 2009).

Az ATAD technológia folyamatos fejlesztésével Észak-Amerikában, a Thermal Process Systems, Inc (USA) valamint a kanadai NORAM vállalat foglalkozik.

Hazánk az ATAD technológiával kapcsolatos kutatások tekintetében a világ élvonalához tartozik. Az UTB által Magyarországon kifejlesztett ReNEW technológia egyik fontos eleme, a továbbfejlesztett AEROTHERM típusú ATAD reaktor (http://www.utb.hu/hu/organic_waste). A ReNEW technológia lehetővé teszi a szennyvíziszap alapanyagként történő hasznosítását. Az eljárás során a trágya valamint tisztítószer és biopolimer gyár-

tásához alapanyagául szolgáló illékony zsírsavak elállítása történik (Taxner 2016).

Megítélésünk szerint az ATAD technológiát a magyarországi viszonyok között a 10 000 m³/nap alatti kapacitású szennyvíztisztító telepeken lehetne alkalmazni. Az eljárás elemei közé tartozik a patogén baktériumok elpusztítása, a magas szervesanyag-eltávolítási hatások, valamint a szagmentes, jól vízteleníthető iszap. Az ATAD technológia első sorban a mezőgazdasági hasznosításra kerülő szennyvíziszapok kezelésére javasolható.

Az ATAD eljárások jövőbeni elterjedése az energiahatékonyság javulásától, valamint a biológiai úton keletkező hasznosításától függ. A hasznosításra kiváló példa a ThermSolAer rendszer, amely az ATAD reaktorok hőtermelését szolár iszap szárítóban hasznosítja.

A keletkező energia kiválóan hasznosítható lehet fűtésre és adszorpciós hőtervezésben hideg energia légkondicionálási célú elállítására is. A fejlődés követ-

kez állomása lehet az ATAD reaktorban keletkező elektromos energiatermelés céljára történő hasznosítása. Erre a jövőben a Szerves Rankine Ciklust alkalmazó berendezések lehetnek majd alkalmasak. Ezek már jelenleg is képesek 77 °C-os hulladék hőből gazdaságosan villamos energiát előállítani.

IRODALOM

Fort, C., Berry, N. (2013). Speedway, Indiana WWTP Biosolids Upgrade Storage Nitrification-Denitrification Reactor Results in Ammonia Loading Reduction, Residuals and Biosolids Conference 2013, Presentation pp. 33.

Grady, C. P. L., Daigger, G. T., Lim, H. C. (1998). Biological Wastewater Treatment, Second Edition, Revised and Expanded: 2nd (Second) edition, Marcel Deller, Inc. New York-Basel, pp. 561-597.

Hudgins, D. (2014). Generating a Class A Biosolids with the ATAD process, VWEA Southwest Virginia, One-day Training Biosolids and Land Application, presentation pp. 39.

Doug Humbert (2012). Quality Biosolids Through Advanced Technologies, presentation pp. 36.

Juhász Endre (2013). Települési szennyvíziszapok kezelése, ENQUA, pp.45.

Kambhu, K., Andrews, J. F. (1969). Aerobic Thermophilic Process for the Biological Treatment of Wastes - Simulation Studies. Journal of the Water 41, pp.127-141

Chu, A., Mavinic, D.S., Kelly, H.G., Ramey, W.D. (1997). Volatile fatty acid production in thermophilic aerobic digestion of sludge, War. Res. Vol. 28, No. 7, pp. 1513-1522.

Metcalf and Eddy (2013). Wastewater engineering - Treatment and Resource Recovery, pp.1549-1554.

Ölls, G., Oláh, J., Palkó, Gy. (2010). Rothasztás, pp.26-32.

Prescott, L.M., Harkey, J.P., Klein, D.A. (2002). Microbiology, 5th edition ed. McGraw-Hill.

Scisson, J. (2009). As good as the hype: An overview of the second generation ATAD performance pp.1- 21.

Staton, K. (2013). SNDR Process – Lancaster, July 17, Presentation.

Staton, K. (2015). SNDR Process – Columbus, October 22, Presentation.

Staton, K. (2016). Operator's Seminar -NESOWEA January 21, Presentation.

Staton, K. és Baker, J. (2014). Interestingly ATAD, Operational data from news ATADS in Ontario 1- 8.

Taxner, Gy. (2016): ATAD-AEROTHERM, MHT előadás.

ThermAer (2016). MESOAER - http://www.thermalprocess.com/userfiles/file/MesoAer%202016_FINAL.pdf

ThermAer (2015). Your Class A Solution for Biosolids Management - <http://thermalprocess.com/media/documents/thermal-process-brochure-metric.pdf>

Winter, J.,Temper, U. (1987). Mikrobiologie der anaeroben Abwasserreinigung Abwassertechnik, Heft,14 – 21.

Zambrano, J.A. (2011). Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion: Design of controllers and benchmarking validation, Ph.D. Thesis, University of Navarra, San Sebastian, Spain, 24-26.

www.fuchs-germany.com

www.utb.hu/hu/organic_waste

www.thermalprocess.com

www.noram-eng.com

A SZERZŐK



ROMÁN PÁL Környezetmérnöki oklevelét a Pannon Egyetemen, vízellátási és csatornázási szakmérnöki végzettségét a Budapesti M szaki Egyetemen szerezte. 1998-tól a F városi Csatornázási M vek Zrt. Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepének vezet je. 2013-tól az Eötvös József F iskolán óraadóként közrem ködik az Épít mérnöki és Környezetmérnöki képzésben. Az MHT Csatornázási és Szennyvíztisztítási szakosztályának elnöke 2014-t l.



DR. OLÁH JÓZSEF 1962-ben a Budapesti M szaki Egyetemen (BME) vegyészmérnöki, majd 1976-ban környezetvédelmi szakmérnöki oklevelet szerzett. 1980-ban BME-en m szaki doktori címet, majd 1988-ban Magyar Tudományos Akadémián m szaki tudomány kandidátusi címet szerzett. 1964-t l 1992-ig a VITUKI-ban szennyvíztisztítási (gyógyszer-ipar szennyvizek, foszfor és nitrogén eltávolítás, fix filmes aerob és anaerob rendszerek kialakítása) és szennyvíz-iszap kezelési (anaerob és aerob, iszap víztelenítés) kérdésekkel foglalkozott. 1992 – 2012-ig az FCSM Zrt.-ben m szaki fejlesztési csoport-vezet ként szintén szennyvizes és szennyvíz iszap kezelés téma körében dolgozott.

Nekrológ



Dr. Stelczer Károly, a műszaki tudományok kandidátusa, a VITUKI nyugalmazott igazgatója, feladatokban és sikerekben gazdag életének 95. esztendejében, 2016. november 29-én elhunyt.

Stelczer Károly 1922. május 10-én született, Győrött. Érettségét a győri Révai Miklós reáliskolában szerzett, 1940-ben. Ugyanebben az évben

kezdte meg egyetemi tanulmányait a Magyar királyi József nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnöki és Építész-mérnöki Karán. Bár tanulmányai kezdetén még hídépít (statikus) mérnök akart lenni, de a végső döntés eltt meg akarata ismerni a többi mérnöki feladatokat is. Így az első év végén a MÁV osztálymérnökségén, a második év végén a Győr-Sopron között épülő betonút építésén és a harmadik év végén a győri folyam-mérnöki hivatalnál végezte a nyári gyakorlatot.

1944 decemberében, a front közeledtével, az egyetemmel kitelepült Németországba, ahonnan 1945. júliusában tért haza. Néhány nappal később, 1945. augusztus 1-től, már, mint napidíjas mérnök dolgozott a győri folyammérnöki hivatalban. A mérnöki oklevelét 1948-ban szerezte meg.

Mivel a hivatalban volt az egyetlen beosztott mérnök, ezért egyedül kellett a háború alatt elhanyagolt fenntartási munkák miatt tönkrement folyószabályozási munkák helyreállítását és újak építését megoldania. Ez természetesen nagy felelősséggel járt, nagyfokú önállóságot követelt, de egyben kivételes szakmai fejlődést is biztosított.

Az építési feladatok mellett, az árvizek elleni védekezés jelentette számára a legnagyobb kihívást. Az első árvízvédekezési – még hozzá jeges ár elleni – feladata 1947. márciusában volt, az Oroszvár-Dunacsuny-Rajka védvonalon. 1952-ben és 1953-ban már a Lajtán védekezett a töltést több helyen meghágó árvíz ellen.

A fiatal mérnököt hamar bevetették a nemzetközi tárgyalások keretei között is. 1947-ben, Prágában, tagja volt annak a magyar vízügyi delegációnak, mely aláírta a második világháború utáni új Magyar-Csehszlovák Közös Műszaki Bizottsági Egyezményt. E bizottság munkájában 1956-ig részt vett. A Lajtán levonuló árhullámok után Nickelsdorffban tárgyalt az osztrák vízügyi szervekkel, az árvíz idején, a Lajta medrében magas vízszintet okozó, az árapasztó csatornán levő, nickelsdorffi beeresztő zsilip helyreállításáról. Ezzel megtörtént a második világháború utáni első kapcsolatfelvétel az osztrák vízügyi szervekkel.

A Lajtán levonuló árvizek és a nemzetközi tárgyalások nem vonhatták el figyelmét a Duna helyzetéről. Az 1954. évi dunai árvíz során a Rajka-Dunaremete közötti szakaszon védekezett, ahol két nehéz helyzetet is sikerült, gátszakadás nélkül, megoldania. Az egyik a Rajkai-zsilip alatt pár száz méterre volt, ahol a védvonal egy régi holtágat keresztezett. A védvonal mögött, a Mosoni-Duna medrében buzgárok törtek fel, fekete iszapot hozva a felszínre. Itt a szakadás veszélyét másnapra sikerült elhárítani. A másik a Dunaremete-Kisbodak közötti szakaszon volt, ahol az árvíz szintje mintegy 60 cm-rel magasabb volt, mint a töltés koronaszintje. A két szakadási veszély elhárítása után a szigetközi szakadások elzárásához vezényelték, mely feladatot 5 nap alatt oldott meg. Igen nehéz körülmények között kellett az ideiglenes elzárásokat megépíteni.

Az évszázad jeges árvize 1956 márciusában vonult le. Útját Pozsonytól a Jugoszláv határig követte. Pozsonyban kezdte, mint a két állam közötti árvízi összekötő, majd a Margitta sziget (Mohács) árvízvédelmi vonalon irányított a védekezést. Végül, a jeges árvíz levonulása után a szakadások elzárására, ill. a helyreállítási munkák vezetésére kapott megbízást.

A Felső-Duna szabályozásához a mederben mozgó nagymennyiségű görgetett hordalék mozgásmechanizmusát, kopását is meg kellett ismerni. A vizsgálatokat éppen csak elkezdte, amikor 1956. július 1-vel megbízták a Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság vezetésével, ahol igen nagy és szép feladatok és jó, baráti légkör várta. Ez utóbbira pozitív példaként emlékezett, amikor 1956 novemberében az árvédelmi töltésszakadásoknál dolgozó kordélyos vállalat emberei nem dolgoztak, a VÍZIG területén dolgozó összes gátár, csatornaár és szivattyútelepi gépész megjelent a szakadásoknál és folytatta a gátépítést. Így a tél beállta előtt sikerült befejezni a helyreállítást.

1958. június 1-vel, az Országos Vízügyi Főigazgatóság – igazgatóként – a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) élére helyezte. Ez egy látszólag teljesen új terület: az elmélet, a kutatás, a tudomány világa volt. Stelczer Károly elég hamar felismerte, hogy a gyakorlatban szerzett tudását igen jól lehet hasznosítani a kutatóintézet feladatainak sikeres megoldásában. Elsődleges célja volt a VÍZIG-ek és a VITUKI közötti kapcsolat kiépítése. Már jóval nyugdíjazása után is megmeglátogatta a VITUKI aktuális vezetőjét és nyomatékosan hangsúlyozta a VÍZIG-ekkel való jó kapcsolat fontosságát.

A VITUKI vezetése mellett sem feledkezett meg a korábban megkezdett, görgetett hordalékkal kapcsolatos vizsgálatairól. Az eredményei alapján, 1967-ben, egyetemi doktori és kandidátusi címet kapott a „Görgetett hordalék kopása” c. értekezéséért. A hasonló témával foglalkozó könyvét az USA-ban, angol nyelven is kiadták (Bed load transport, Littleton, Colorado, 1981).

1964-től a Duna Bizottság mellett működő Tudományos Hidrológiai Munkacsoport elnöke, 1965-75 között az UNESCO Hidrológiai Oktatási Bizottságának tagja volt. A Magyarország számára olyan fontos hidrológiai elrejelzések fejlesztése érdekében 1967-ben, Budapesten, megalapították a Duna-medence hidrológusaiból álló, ma is működő, Hidrológiai Elrejelző Munkacsoportot, melyben 1985-ig aktívan részt vesz.

A magyar hidrológusok külföldi munkavállalását is segítette, hogy az UNESCO támogatásával 1965-ben megkezdte a munkáját az angol nyelvű Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyam, melynek 1980-ig eladója és igazgatója volt. A VITUKI-ban tartott tanfolyamok sikerét követően árvízvédelem, folyószabályozás és hordalékmozgás tárgyából előadások tartására kérték fel a delfti és moszkvai Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyamokon is.

A VITUKI vezetése, az oktatási és nemzetközi feladatainak ellátása mellett lehetősége volt a rendkívüli árvizek elleni védekezésben is részt venni. Árvízvédelmi kormánybiztosként az 1965. évi dunai árvíznél a Mohács-országhatár közötti szakaszon, míg az 1970. évi tiszai árvíznél a miskolci és a szegedi VÍZIG védvonalain vett részt az árvíz elleni védekezésben.

Az egyetemi oktatásba 1975-ben kapcsolódott be, amikor az ELTE hidrológus képzését indították el. Kezdetben a hidrológia, a hidraulika, a folyószabályozás és az árvízvédelem című tárgyakat adta elő, később csak a két utóbbit. Az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen megkapta a címzetes egyetemi tanári címet. Három tanácskönyve jelent meg: a *Folyószabályozás-hordalékmozgás* (ELTE, 1977); az *Árvízmentesítés, árvízvédelem, folyószabályozás* (BME Mérnöki Továbbképző Intézet, 1979;

Csoma Jánossal közösen) és *A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai* (ELTE 2000).

A VITUKI-ba kerülése után rövid idővel bekapcsolódott a tudományos közéletbe is. Nyugdíjazásáig tagja volt az MTA Vízgazdálkodási Bizottságának és az MTA Meteorológiai Bizottságának, továbbá 1970-85 között a Vízépítési albizottságot vezette. 1975-85 között a Fertő-táj MTA Elnöki bizottság elnöke volt. Évtizedekig tagja volt az MHT Hidraulikai Szakosztályának.

Nyugdíjba vonulás után sem szakadt el a vízügyi szolgálattól. 2002-ig szerkesztőként, 2003 és 2006 között társszerkesztőként szerkesztette a Vízügyi Közleményeket. Munkáját rendkívüli alaposítással végezte. Keze alól nem kerülhetett ki olyan cikk, mely szakmai szempontból elfogadhatatlan állításokat tartalmazott. De ennél tovább is ment. A '90-es évek közepén megtanulta az AUTOCAD program használatát és saját kezűleg készítette el a cikket ábráit, így biztosítva az egységes megjelenést és a kiváló minőséget.

Az árvízvédekezésben való sikeres munkája elismeréseként – 1954-1985 között – többször kapott magas állami kitüntetést. Tudományos munkáját Eötvös-díjjal (1980), életpályáját, a vízügyi szolgálatban végzett fél évszázados eredményes munkáját a Magyar Köztársaság Érdemrend Kiskeresztje kitüntetés adományozásával (1995) ismerték el. A Környezetvédelmi Minisztérium 2003-ban Vásárhelyi-díjjal tüntette ki. 2005-ben megkapta az Aranydiplomát.

*Dr. Bakonyi Péter
a VITUKI volt vezérigazgatója
a Magyar Hidrológiai Társaság Elnökségének tagja*

Nekrológ



Dr. Felföldy Lajos Móron született 1920. szeptember 15-én. Édesapja tisztes kereskedő ember volt Móron, majd Debrecenben a Hangya szövetkezet vezetője, szenvedélyes vadász. Három fiát gyakran vitte a Halápi-erdőbe és más területekre. Itt alapozódott meg Felföldy Lajos természet szeretete. Édesapjától szigorú nevelésben részesült, talán ezért is volt a szakmában önmagához és másokhoz is szigorú, a szakmai pontosságot, tisztességet illetően.

Debrecenben a piarista gimnáziumban érettségizett 1938-ban, s nyert felvételt a Tisza István Tudományegyetemre a természetrajz szakon. Már ebben az évben felkérte Soó Rezső professzor, hogy díjtalan gyakornokként dolgozzon a Botanikai Intézetben és kapcsolódjék be a tudományos kutatásba. A II. Bécsi Döntés után az egyetem Kolozsvárra költözött. Itt szerzett Felföldy doktorátust 1942-ben, Szociológiai vizsgálatok a pannóniai flóraterritum gyomvegetációján, című doktori disszertációjával. A debreceni – kolozsvári évek kiemelkedő munkája a saját kiadásban megjelentetett, és sok vihart kiváltó Növényiszociológia könyve. 1943-ban visszatért Debrecenbe, majd karpaszományosként katonáskodott, s 1945 májusában került vissza újra Debrecenbe. Itt év végéig az egyetem Állattani Intézetében dolgozott.

1946 januárjától 1965-ig a tihanyi Magyar Biológiai Intézetben dolgozott, s 1956–1965 között a Növényzeti Osztályt vezette. A 40-es – 50-es évek váltóján, növény-szociológiai vizsgálataival mellett, citológiai, kariológiai (kromoszóma) kutatásokat végzett, s mert az akkor ellentmondott a liszenkóizmusnak, 1952 – 53 között „büntetésekként” Tóth Lászlóval együtt a vácrátóti Botanikai Kutatóintézetbe irányították. 1953-ban a Tudományos Minisztérium Bizottság addigi tudományos munkássága alapján, a biológiai tudomány kandidátusa fokozatot ítélte oda számára.

Felföldy Tihanyban, számos területre kiterjedő botanikai, élettani kutatás mellett a Balaton felé fordult, és a tó életéhez kapcsolódó fontos eredményekről számolt be. Rámutatott, hogy a Balaton nádasaiiban a *Fontinalis* mohák és a nád él bevonata milyen fontos szerepet tölt be a tó északi területénél érkező vizek „Balaton-vízzé” alakulásában; elemezte a víz alatti fényviszonyok és a fotoszintézis összefüggését; beszámolt a balatoni nádas-termelés mérésének néhány problémájáról; több cikkben elemezte a Balaton parti kőalga együttesek termelését, fotoszintézisét, összefüggésben klorofill tartalmukkal. Felföldy az akkor világszínvonalú, árnyékolás-technikával ellátott üvegház vezetője is lett, ami a Rockefeller-alapítvány támogatásával épült. Itt zajlottak pl. a híres algatermesztési kísérletek is, melyből 1966-ban szabadalom is született (Berendezés és eljárás egysejt

algák üzemi méretű tenyésztésére).

1965-ben átköltözött a VITUKI-ba, ahol 1980-ig az intézet tudományos tanácsadója, innen ment nyugdíjba. A VITUKI több tekintetben jelentős változást hozott Felföldy munkásságában. Alapvetően gyakorlati orientált kutatásokat végzett az itteni kollegákkal, amihez persze sokszor részletekbe menő alapkutatásokat folytattak. Itt szembesült azzal, hogy a hazai „vizes szakma” értetlenül és gyakran lekicsinyelve tekint a biológusokra. Ezen kíváncsi gyökeresen változtatni. Komoly szerepe volt abban, hogy a vízügyi-igazgatóságok laboratóriumaiba biológusok (is) kerüljenek, és munkájuk ne korlátozódjék a szaprobiológiai elemzésekre. Ez volt az az időszak, amikor kezdték fölismerni, hogy a vízszennyezéseket a felhasználó ember és a vízi élővilág egyaránt elszenvedti, legyenek azok ipari, vagy mezőgazdasági eredetűek. VITUKI-s éveiben Felföldy első sorban magyarul publikált, hisz munkáit nem csupán a hidrobiológusoknak szánta, hanem a vizes mérnököknek is. Itt indította útjára a ma is gyakran forgatott Vízügyi Hidrobiológia sorozatot (ennek sorozat szerkesztője volt), melynek 18 kötete jelent meg 1972-1990 között. Ebből nyolc kötet szerzője. Négy kiadást ért meg „A biológiai vízminőség sítés”. A különböző vízi élőlények határozókönyvei közül az „alga” határozókat írta: - a kéalgák (Cyanophyta) -, a zöldalgák (Chlorococcales) -, a zöldalgák (Desmidiaceae) -, a zöldalgák (Phycomonadina) kishatározója, valamint a Hidrobiológia – szavakban és utolsóként a Hínár-határozó.

Oktatói pályája a debreceni egyetemi évekkel indult. Itt jelent meg 1943-ban első „tankönyve” a Növényiszociológia. Miután a VITUKI-ba került, akkor tért vissza újra a katedrára, képletesen is. Több tucatnyi rövidebb, hosszabb hidrobiológiai kurzust tartott több egyetemen és főiskolán. Leghosszabb és legtöbb eredményt hozó kapcsolata a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemmel volt, amit előbb címzetes egyetemi docens, majd címzetes egyetemi tanári címmel is elismertek. Első önálló kéziratoss jegyzete 1969-ben formálódott ki „Álló- és folyóvizek hidrobiológiája” címmel. Több év után ebből kristályosodott ki 1981-re a ma is gyakran használt és sokat idézett könyv, „A vizek környezettana – Általános hidrobiológia”. Energiájából arra is tellett, hogy a máig egyetlen középiskolai hidrobiológia tankönyvet is megírja. Debrecenben az egyetemi kutatásokba is aktívan bekapcsolódott (pl. a csarodai lápok ökológiai állapotfelmérésébe és a rekonstrukciós feladatok meghatározásába; a Tiszabercel és Gávavencsell közötti Tiszahullámtér és a Debrecen felé fekvő ET56 UTM hálónégyzet vízi- és mocsári növényzetének florisztikai felmérésébe; a hínárnövények országos UTM rendszer hálótérképeinek elkészítésébe; az ökológiai vízminősítési rendszer megalkotásába, s jellemzési lehetőségeinek és mutatórendszerének kidolgozásába).

Nyugdíjas éveiben a VITUKI-val is kapcsolatban

maradt, és sokat dolgozott a Városerépítési Tudományos és Tervezési Intézetnél, ahol számos nagyívű kutatásban vett részt: pl. Velencei-tó rekonstrukciójának előkészítése; Badacsonytomaj – vízinövény állománnyal történő szennyvízkezelés (ebből 1983-ban szabadalmat nyújtottak be, címe: Eljárás befogadóvízbe jutó, a befogadóvíz eutrofizációját okozó anyagokat tartalmazó víz tisztítására, valamint berendezés az eljárás fogantatására). A Kisbalaton-véd rendszer kialakításához kapcsolódott a Hídvégi-tó hidrobiológiai jellemvonásainak kutatása, a Hortobágyi Nemzeti Park jelentős élőhely rekonstrukciójával kapcsolatos munka a Feketerét mozaikos felépítése és ennek természetvédelmi jelentősége. Az 1980-as évek közepén, néhány munkatársával nagy lendülettel fogott bele ismét a 'foszfor kérdés' tisztázásába, melyből 1988-ban egy Nature cikk és egy szabadalom született (Eljárás foszfát tartalmú oldatok mikrobiológiai úton történő foszfát mentesítésére és foszfátok tisztítására). Az 1990-es évek közepétől először a Természet Tudományi Múzeum Növénytárában, később az Eötvös Loránd Tudomány Egyetem Füvészkertjében, szisztematikus munkával rendezte, revideálta a Kárpát-medencei herbáriumi gyűjteményeket.

Szakmai munkásságáért számos kitüntetésben részesült: A Velencei-táj fejlesztéséért kitüntető díj és érem (1972, 1979), A Munka Érdemrend ezüst fokozata (1979), Bogdánffy Ödön emlékérem - Magyar Hidrológiai Társaság (1981), Az emberi környezetért kitüntető jelvény (1981), id. Entz Géza díj - Magyar Biológiai Társaság (1988), Vitális Sándor szakirodalmi díj - MHT (1990), Magyar Algológiai Társaság Tiszteleti Tagja (1992), Gelei József emlékérem - MBT (1993), Pro Natura Díj és emlékérem (2005).

Komoly betegségtől nem szenvedve, 2016. április 16-án hunyt el. Hamvait végakaratahoz híven a Balatonba szórták Tihanynál.

Hálás köszönetem szeretném kifejezni mindazoknak, akik a megemlékezés anyagához hozzájárultak: Buckó Krisztina, Debrői Zoltán, Dévai György, Felföldy Márton, G. Tóth László, Hidas András, Kiss Rózsa, Szabó T. Attila.

*Dr. Kiss Keve Tihamér
A Magyar Hidrológiai Társaság alelnöke*

Történelmi pillanatkép

Fejér László, a Hidrológiai Közlöny rovatvezet je rövid megemlékezése a 200 éve született Korizmics Lászlóról, aki a rétöntözés és az okszer talajm velés egyik magyarországi úttör je volt.

Korizmics László a réti öntözés és okszer talajm velés úttör je

Kétszáz éve, 1816. március 29-én született Korizmics László mérnök, mez gazdasz, agrárpolitikus, akadémikus. Kezdetben uradalmi mérnök, hazánkban els k között létesített rétöntözést. 1849 elején megindította a Gazdasági Lapokat. Az Országos Magyar Gazdasági Egyesület (OMGE) egyik vezet je, 1857-t l haláláig (1886) a befolyásos agrárius szervezet elnöke. Részes volt a Földhitelintézet alapításának. 1868-tól országgy lési képvisel ként is tevékenykedett. Az okszer talajm velés egyik magyarországi úttör jeként Benk Dániellel és Mórocz Istvánnal együtt átírta és a hazai viszonyokra alkalmazta Stephens Henry: „The book of the farm” c. m vét, amely hét kötetben, „Mezei gazdaság könyve” címen, 1855 és 1868 között jelent meg.

Kevesen tudják, hogy Korizmics a hazai öntözések korai apostola volt. Az 1840-es évek derekán a Magyar Gazdasági Egyesület megbízásából törvényjavaslatot tett le az országgy lés asztalára, hogy a rétöntözés útjában álló jogi akadályok leküzdhet k legyenek. A kor politikai viszonyaira jellemz , hogy a parlament még csak nem is foglalkozott a javaslattal. Korizmics maga is érezhette, hogy elképzelési számára még nem érett a helyzet, amire a "Levelek a rétöntözés érdekében" cím cikksorozata (1845) mottójául választott idézet is utal: "Kopogassunk folytonosan, egyszer majd csak beeresztenek." Korizmics okfejtése szerint a belterjes, állattenyészt gazdálkodásnak "legdrágább kincsét, aranybányáját" a rétöntözésen alapuló takarmánytermesztés képezi. Rétöntözési leveleiben Korizmics el sorolta, milyen akadályai vannak az öntözések elterjedésének. Listája azért is tanulságos, mert közel három évtized múlva Kvassay Jen és kultúrmérnökei még mindig szinte ugyanazon okokat számlálták el .



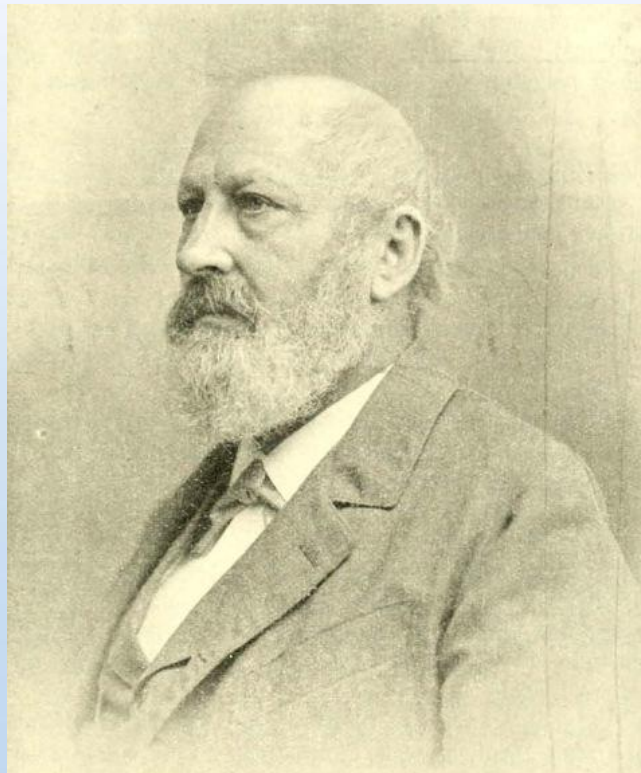
Ismeretlen fotográfus: Korizmics László portréja

Történelmi pillanatkép

Történelmi visszapillantás Fejér László, a Hidrológiai Közlöny rovatvezet je részér l a 150 évvel ezel tt els ként megvalósított talajvízszint megfigyelésr l.

Talajvízszint megfigyelés másfél évszázaddal ezel tt

1866-ban jelent meg nyomtatásban a bécsi geológus professzor, Eduard Suess (Ede) által a Pest-szolnoki vasútvonal mentén található kutakban végeztetett talajvízszint-megfigyelések eredménye (*Suess 1866*), amely kutatások tisztázták a talajvíz állásának hatását a vasúti töltés állékonyságára. Más „vizes” vonatkozása is volt a tudós tevékenységének, hiszen – miként azt az interneten megtalálható rövid életrajzában (https://hu.wikipedia.org/wiki/Eduard_Suess) megemlítik, – Karl Junkerrel együtt megtervezte az els bécsi magasnyomású vízvezetékét, ami mindmáig egészséges ivóvízzel látja el az osztrák f várost. 1867-ben pedig tagja volt a bécsi Duna szabályozásával foglalkozó bizottságnak. Suess professzor neve napjainkban már kevésbé ismert hazánkban pedig egykor Magyarországon (Tiszolcon és Baltaváron) is végzett slénytani kutatásokat, s a Magyarhoni Földtani Társulat tiszteletbeli tagjai közé fogadta. Temetésekor, 1914-ben a Társulat elnöke, Schafarzik Ferenc professzor búcsúztatta, Lóczy Lajos pedig atyai jó barátjaként emlékezett rá vissza a Földtani Közlönyben (*Lóczy 1915*). Lóczy Suess magyarok iránti rokonszenvét még azzal is aláhúzta: „... a sopronvármegyei Márczfalva csendes temet jében helyezték örök pihen re korunk egyik legnagyobb természettudósát és legnemesebb férfiát, ... aki a magyar földben akart nyugodni.” Ami a majd másfél évtizeden át a bécsi tudományos akadémia elnöki tisztét is betölt , ám Londonban született derék osztrák természettudós óhaját illeti, nem sokáig tudott magyar földben nyugodni, mert a falu – Marz néven – 1920-tól már egy kedves burgenlandi település lett.



Ismeretlen fotográfus Suess Ede portréja.

(A tudóst ábrázoló kép a Földtani Közlöny 1915. évi 4-6. számában jelent meg Lóczy Lajos emlékcikke mellékleteként)

IRODALOM

Suess, E. (1866). Ueber das Grundwasser der Donau, Österreichische Revue, Wien, I.

Lóczy L. (1915). Suess Ede emlékezete, Földtani Közlöny 4-6. sz.

100 éve a magyar vízgazdálkodásért 1917- 2017

Magyar Hidrológiai Társaság

7th February 2017

